



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

COLOCACIÓN DE IMPLANTES POSTEXTRACCIÓN.  
REVISIÓN DE CASO CLÍNICO.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

AIDE ESTEFANIA OLIVER MENDOZA

TUTOR: Esp. JACOBO RIVERA COELLO



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# DEDICATORIAS

*A mi madre Matilde:*

*Por todo el apoyo y comprensión que me ha brindado a lo largo de mi formación profesional y de mi vida, gracias por estar a mi lado en cada paso que doy, gracias darme tu cariño de manera incondicional, por todos esos sacrificios que has hecho por mi, por todas las veces que he cometido errores y nunca me has soltado, por todos los valores que me has impartido, porque sin ti no sería la persona que soy ahora, este y todos mis logros siempre son para ti porque eres la mejor mamá del mundo. Te amo con toda el alma mamá.*

*A mi hermana Tisbe:*

*Que día a día me ha impulsado a ser una mejor doctora, que me ha brindado siempre un hombro en el que pueda llorar, gracias por todas esas risas en la escuela, por no dejarme sola cuando lo he necesitado, por escucharme, gracias por dejarme compartir viajes contigo pero sobre todo por el apoyo y el cariño que me has dado. Este logro también es tuyo que has ayudado a crecer tanto como profesional y como persona. Te amo Sis*

*A mi hermano Ángel:*

*Por estar siempre a mi lado y ser mi red de apoyo siempre que lo he necesitado, gracias por haberme enseñado tantas cosas desde que era niña tan simples como andar en bici o manejar, gracias por compartir conmigo esos momentos jugando fútbol, por impulsarme a ser mejor doctora y mejor persona, gracias por darme siempre ese cariño de hermano y no rendirme contigo. Este logro también es tuyo que has caminado siempre junto a mí. Te amo.*

*A mi hermana Liz:*

*Por haberme dado los mejores recuerdos de la infancia, gracias por ayudarme cuando lo he necesitado, por todas las veces que me has escuchado reír, llorar, por apoyarme y comprenderme siempre, gracias por el cariño que siempre me has dado. Te amo hoy y siempre.*

*A mis sobrinos Grettel y Anibal:*

*Por darme la alegría más grande de poder ser su tía, gracias por compartir conmigo todas sus alegrías y sueños, por dejarme verlos crecer y sentirme tan orgullosa de lo increíbles que son, gracias por todas esas risas, y su cariño incondicional. Los amo tanto Grettelcita y Anibalucky*

*A mi padre Miguel:*

*Por brindarme el apoyo en mi carrera, y tu cariño incondicional, gracias por todos los momentos que he compartido contigo, gracias por esas noches jugando conmigo dominó en Cancun y permitirme acercarme más a ti, gracias a ti hoy he llegado hasta este punto de convertirme en profesional. Este logro es para ti que nunca perdiste la confianza en mí. Te amo papá.*

*A mi prima Cinthya:*

*Por brindarme un apoyo incondicional, gracias por hacerme reír cuando más lo necesitaba, por escucharme, por ser mi paciente y nunca dejarme sola en los peores momentos. Te amo bro.*

*A mis amigos:*

*A Sam y Jen que conocí en la preparatoria y siempre han estado a mi lado brindándome su apoyo y su cariño, que me han escuchado innumerable veces. Gracias por haber compartido tantos momentos conmigo, anécdotas que perduraran toda la vida. Las amo mis incondicionales.*

*A mis amigas de la facultad Nalle, Pao, Gabi que han vivido a mi lado toda la carrera, que me han impulsado a ser mejor estudiante, gracias por compartir conmigo todos esos momentos buenos y malos en la facultad, gracias tantas risas en clase y hacer de esta etapa algo tan significativo. Las amo.*

# INDICE

OBJETIVO .....	5
INTRODUCCION .....	5
MARCO REFERENCIAL .....	5
1.-Biología ósea.....	6
1.1 Conformación de la estructura ósea .....	6
1.2 Síntesis y mineralización de matriz osteoide .....	9
1.3 Tipos de Hueso.....	9
1.4 Osteogénesis.....	11
1.5 Clasificación de calidad Ósea .....	15
2. Cicatrización del alveolo postextracción.....	17
2.1 Cicatrización alveolar postextracción .....	17
3. Biología de la osteointegración.....	23
3.1 Osteointegración .....	23
3.2 Osteogenesis implantaría .....	26
3.3 Remodelación ósea por colocación de implantes.....	29
3.4 Factores que inhiben la osteointegración .....	32
4. Biomateriales y sustitutos óseos.....	35
4.1 Clasificación de injertos óseos .....	36
4.1.1 Hueso Autólogo .....	36
4.1.2 Aloinjertos.....	38
4.1.2 Xenoinjertos .....	39
4.1.3 Alopásticos.....	41
4.2 Membranas .....	42
4.3.1 Membranas reabsorbibles.....	43
4.2.2 Membranas no reabsorbibles.....	44
5. Colocación de implantes postextracción .....	45
5.1 Consideraciones Anatómicas .....	45
5.2 Componentes del implante dental .....	47
5.3 Consideraciones para la colocación de implantes postextracción.....	49
5.4 Auxiliares de diagnóstico en implantología.....	53
5.5 Indicaciones.....	55
5.6 Contraindicaciones .....	56
5.7 Protocolo quirúrgico.....	57
5.8 Protocolo de carga.....	60
REPORTE DE CASO CLÍNICO.....	62
DISCUSION .....	70
CONCLUSIONES.....	71

BIBLIOGRAFIA .....	71
FUENTES REFERENCIALES DE IMÁGENES .....	77

## **OBJETIVO**

El objetivo de esta tesina es dar a conocer a través de una investigación bibliográfica la colocación de los implantes por técnica postextracción con sus beneficios y alta predictibilidad considerando la similitud de éxito con los implantes convencionales y presentación de un caso clínico.

## **INTRODUCCION**

Implante dental es un tratamiento comúnmente usado por personas con problemas en sus dientes, incluyendo aquellos que han extraído sus dientes. Un implante post-extracción es un tipo específico de implante que se usa para reemplazar uno o más dientes que se han extraído. Estos implantes tienen diferentes propósitos, desde mejorar la función dental hasta el fortalecimiento de los tejidos circundantes. Los implantes postextracción se utilizan para sustituir uno o más dientes que han sido extraídos.

El implante postextracción proporciona soporte a los dientes adyacentes para prevenir que se desalineen. El implante postextracción también se puede utilizar para mantener los dientes sanos, ya que actúa como un punto de unión temporal para ayudar a prevenir el deterioro de los dientes adyacentes. Esto ayuda a prevenir cualquier cambio en la forma de los dientes, lo que puede afectar a la forma natural de la boca y la función dental. Además, los implantes postextracción tienen una apariencia y un funcionamiento naturales que ayudan a mejorar la calidad de vida y la autoestima.

## **MARCO REFERENCIAL**

## 1.-Biología ósea

### 1.1 Conformación de la estructura ósea

El hueso está formado por células y una sustancia extracelular, la matriz ósea, que a su vez se divide en una parte orgánica y otra mineral.<sup>1</sup>

Composición: células (2% de la composición ósea, su función es muy importante) + matriz extracelular (68% mineral y 30% orgánica). La mayoría de los autores encierran las células en materia orgánica.<sup>2</sup>

- Osteoblastos

Están en la superficie del hueso. Inicialmente, al sintetizar colágeno I, producen una sustancia blanda, el osteoide. También sintetizan fosfatasa alcalina, osteocalcina y tienen receptores para PTH, vitamina D, glucocorticoides, prostaglandinas y estrógenos. Estas son células con orgánulos diseñados para funciones de síntesis de matriz. Una de sus principales funciones es la formación del componente orgánico de la matriz ósea.<sup>3</sup>

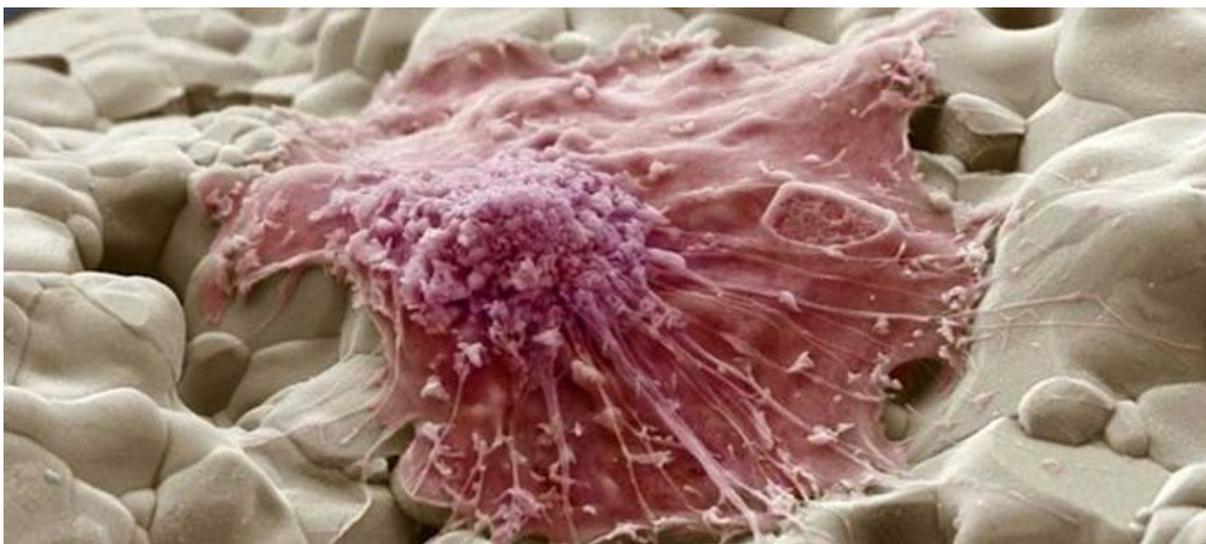
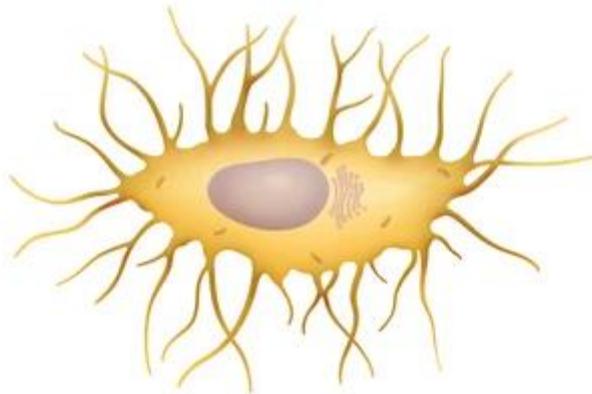


Imagen 1: Osteoblasto en 3D realizada por Martha del Castillo.(1)

- Osteocitos

El osteocito es la célula ósea madura y está rodeado por la matriz ósea que secretaba previamente como osteoblasto. Una vez rodeado por completo de osteoide o matriz ósea, el osteoblasto cambia su nombre a osteocito. El proceso de transformación de los osteoblastos en osteocitos dura unos tres días. Durante este período, el osteoblasto produce una gran cantidad de matriz extracelular (casi tres veces su propio volumen celular), reduce su volumen en casi un 70 % en comparación con el volumen del osteoblasto original, disminuye el tamaño y el número de orgánulos y desarrolla largas prolongaciones celulares que emanan de su cuerpo celular. En promedio, cada osteocito desarrolla alrededor de 50 procesos celulares.<sup>3</sup>



shutterstock.com · 1243442143

Imagen 2: Imagen representativa del osteocito. (2)

- Osteoclastos

Su función principal es la reabsorción ósea. Forman parte de la familia de los monocitos-macrófagos y se cree que su principal progenitor fisiológico es el macrófago de la médula ósea y su intermediario es el proosteoclasto. Son células voluminosas, multinucleadas, con un citoplasma rico en fosfatasa ácida, vesículas y mitocondrias. Se ubican en los espacios de la superficie del hueso trabecular (lagunas de

Howship) y en las cabezas de los conos de perforación cortical, y el área de contacto de la membrana tiene una estructura pilosa para aumentar el área de intercambio o reabsorción. Son fijados por proteínas (integrinas) que, mediante una bomba de protones, “sellan” una zona donde baja el pH, disolviendo el componente mineral de la matriz y liberando proteasas ácidas que descomponen el componente colágeno. Su activación la consiguen los osteoblastos.<sup>3</sup>

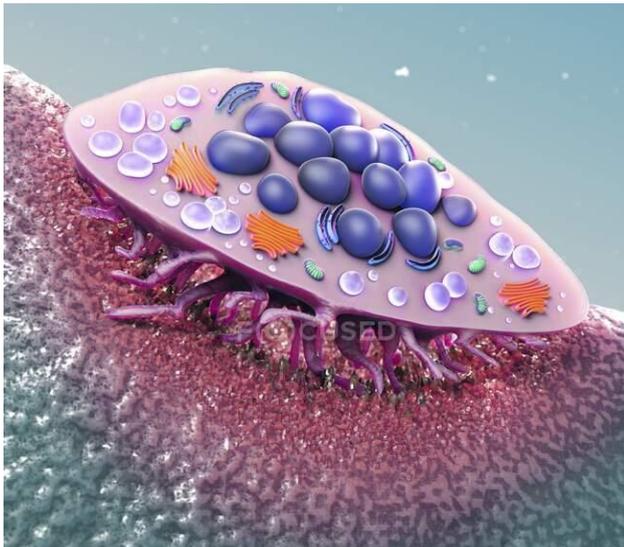


Imagen 4: Sección transversal de osteoclastos, ilustración. Los osteoclastos son grandes células óseas multinucleadas con un borde con volantes y un alto número de vesículas y vacuolas. Son esenciales para el mantenimiento y reparación de los huesos (3)



Imagen 5: Foto representativa tridimensionalmente del osteoclasto (4)

### 1.2 Síntesis y mineralización de matriz osteoide

Durante el crecimiento o la curación del hueso, los osteoblastos sintetizan colágeno, proteoglicanos y glicoproteínas que forman una capa en el espacio extracelular. Los osteocitos comienzan primero la acumulación intracelular de calcio y fósforo a partir de vesículas secretoras específicas, que luego son secretadas activamente por la célula, también contienen fosfatasa alcalina. En las vesículas se forman cristales de apatito que, tras su disolución, se depositan en los sitios de nucleación. La actividad de la fosfatasa alcalina es mayor en la zona de mineralización.<sup>4</sup>

La falta de esta enzima se caracteriza por una formación ósea defectuosa. Una vez finalizada la mineralización, el hueso se compone de aproximadamente un 65 % de sustancias inorgánicas como: hidroxiapatita, magnesio, calcio, cloro, hierro; 25% materia orgánica y 10% agua. La matriz orgánica está compuesta por un 90% de colágeno tipo I y un 10% de proteínas y lípidos no colágenos.<sup>4</sup>

### 1.3 Tipos de Hueso

- Huesos planos (ej. parietal)
- Huesos largos (ej. fémur)
- Huesos cortos (ej. huesos del carpo)

- Huesos irregulares (ej. vértebras)
- Huesos sesamoideos (ej. rótula o patela)<sup>44</sup>

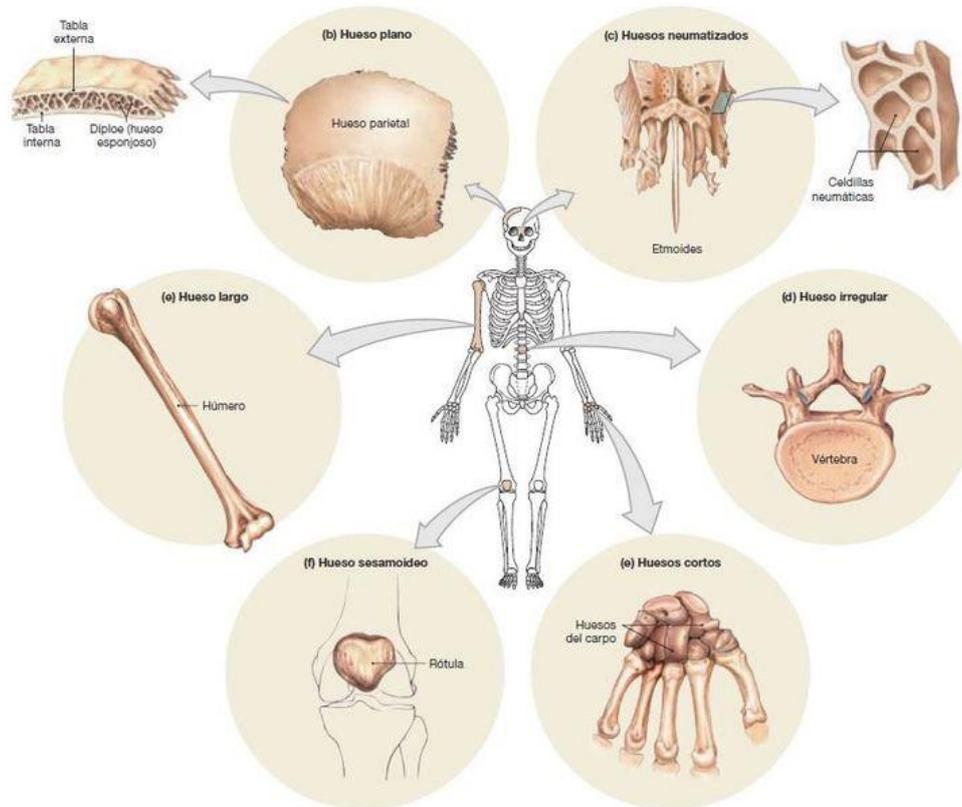


Imagen 6: Tipos de hueso. (5)

La estructura ósea se suele clasificar según su estructura:

- Hueso cortical o compacto

Capa externa, es un tejido fuerte, denso y duro que representa alrededor del 80% de la masa ósea total del cuerpo. Es muy resistente a la torsión ya la presión. Está formado por sólidas capas de láminas dispuestas en forma de columna, que le confieren la alta densidad característica de este tejido. Las células óseas más importantes, los osteocitos, se encuentran en el hueso compacto. Se encuentra principalmente en el cuerpo de los huesos largos, la diáfisis y en el exterior de los huesos planos. Dependiendo de la posición, también hay tejido compacto en los huesos cortos. Este tipo de tejido contiene los vasos sanguíneos que irrigan el hueso y forma túbulos que irrigan las células óseas. La actividad

metabólica del hueso compacto es baja, pero tiene gran capacidad para formar hueso nuevo, por lo que es un tejido imprescindible cuando se producen lesiones como fracturas.<sup>24, 2</sup>

- Hueso Esponjoso

Capas Internas: Es un tipo de tejido muy poroso que se encuentra en los extremos de los huesos largos, epífisis, en las vértebras y dentro de los huesos planos. Consta de trabéculas, o tabiques duros, que forman espacios vacíos en los que se distribuye la médula ósea roja. Durante el movimiento, amortigua la fuerza sobre el hueso y la transfiere a la superficie del tejido más resistente y compacta.<sup>24, 4</sup>

- Cavidad o canal de la médula

Contiene médula ósea roja (activa) o amarilla (inactiva): realiza la formación y liberación de células sanguíneas en el torrente. Este proceso se llama hematopoyesis.<sup>2, 24</sup>

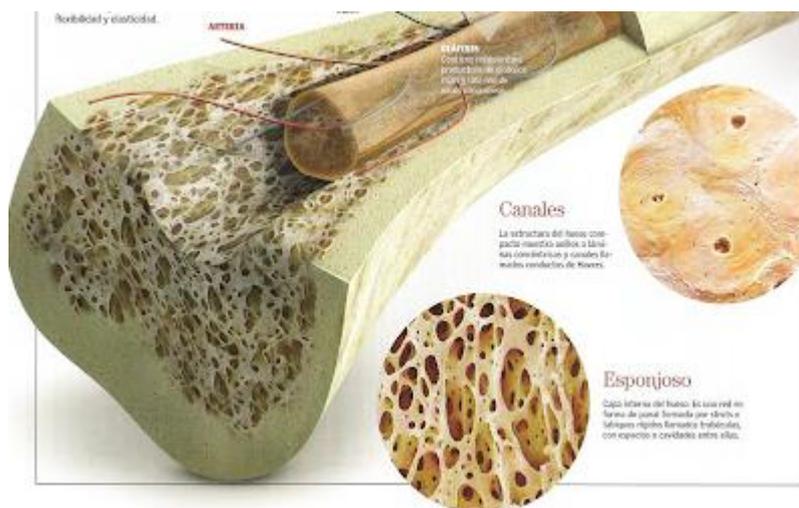


Imagen 7: Fisiología del sistema óseo. (6)

### 1.4 Osteogénesis

Es el proceso de formación de los huesos. Los componentes que componen el esqueleto óseo provienen de tres partes embriológicas:

- Células de la cresta neural que dan origen a los descendientes de los arcos faríngeos que forman el esqueleto axial.

- Mesodermo paraxial, responsable del esqueleto craneofacial y de la mayor parte del esqueleto axial a través de la división de los somitas.
- Mesodermo de placa lateral, a partir del cual se desarrolla el esqueleto de las extremidades.

En las áreas donde se forma el hueso, se condensan células mesenquimatosas de diversos orígenes, formando regiones de alta densidad celular que perfilan los contornos de los futuros elementos esqueléticos. Tras la diferenciación, las células mesenquimales que se encuentran en las condensaciones pueden seguir dos vías diferentes, dando lugar a dos tipos de osificación: intramembranosa y endocondral.<sup>3,45</sup>

- Vía de osificación intramembranosa:

Un grupo de células mesenquimales aparecen en el centro de modelos óseos inducidos hacia osteoblastos y por su acción concéntrica, este modelo se osifica. Son pocos los huesos que siguen este camino, son básicamente los huesos de la bóveda craneal, el maxilar superior es un hueso mixto en cuanto a su formación ya que una parte proviene del camino membranoso y la otra del cartílago, por lo que su parte inferior es mixta. pero el superior sigue solo el camino membranoso, la clavícula también es mixta.<sup>3</sup>

- Vía de Osificación Endocondral

El resto de los huesos del cuerpo siguen esta osificación. Consiste en que del tejido embrionario debe surgir una plaqueta primitiva, pero no se forma directamente el hueso, sino que se forma una fase intermedia cartilaginosa. Es decir, se forma un modelo de cartílago porque las células mesenquimales se diferencian en condroblastos y a partir de ahí (7ª semana embrionaria) aparecen vasos, que se introducen en el propio modelo, además, aparecen osteoblastos en el centro del modelo, que

empieza a osificarlo. De hecho, el proceso de osificación condral o cartilaginosa es:

- 5ª semana: Se forma un molde mesenquimatoso, que se vuelve cartilaginoso, rodeado de pericondrio.
- 7ª semana: centro de osificación primario.
- 10ª semana: Formación de cavidades óseas y medulares endocondrales.
- Desde el nacimiento: Los centros de osificación secundarios se desarrollan en la epífisis. <sup>3</sup>



Imagen 8: Fotomicrografía de una trabécula mixta formada durante la osificación endocondral. En este corte teñido con la técnica de Mallory-Azan se ve que se ha depositado tejido óseo sobre espículas de cartílago calcificado. En el centro de la fotomicrografía las dos espículas se anastomosan para formar una trabécula. Esta trabécula inicial todavía contiene restos de cartílago calcificado, como muestra la tinción de color azul claro de la matriz cartilaginosa calcificada en comparación con la tinción en azul oscuro del hueso. En la parte superior de la espícula, debe notarse el osteoclasto solitario (flecha) alineado cerca de la superficie de la trabécula, donde está por iniciarse el remodelado.<sup>3</sup>

Los osteoblastos aparecen en el centro del hueso durante el desarrollo embrionario y forman los llamados núcleos de osificación primaria que inician su actividad de osificación en la parte superior e inferior del hueso. Además, las células que destruyen los huesos parecen desarrollar la cavidad medular del hueso. Inmediatamente después del nacimiento aparecen los osteoblastos, especialmente en los extremos de los huesos largos, que producen hueso y forman el centro de osificación secundario. Los centros primarios de osificación, que aparecen en medio de los huesos, aparecen antes del nacimiento, mientras que los secundarios aparecen en diferentes momentos (no en el período embrionario). Los primeros núcleos de osificación secundaria son los extremos distales de la tibia y el fémur. Luego aparecen hasta los 12-13 años. Esto significa que los núcleos de osificación secundarios son importantes para determinar la edad ósea de una persona en un momento dado al observar cuándo aparecen los núcleos, esto se usa comúnmente en medicina forense.<sup>45, 3</sup>

Hasta que deja de crecer (finaliza el período de crecimiento), aparece en mujeres a los 15-16 años y en hombres a los 17-18 años, incluso a los 19 años. Mientras el desarrollo del esqueleto no sea completo existirán unos cartílagos separando las epífisis de los huesos largos de las diáfisis y metáfisis, a esta banda de cartílago se le llama cartílago de crecimiento, de conjunción o fisis, son cartílagos, su actividad inducirá el crecimiento de la longitud de huesos. Esta banda desaparece cuando se detiene el crecimiento.<sup>45, 3</sup>

- Osteoinducción

Es un proceso que estimula la osteogénesis mediante el cual se reclutan células madre mesenquimales en y alrededor del sitio receptor para diferenciarse en condroblastos y osteoblastos. La diferenciación y el reclutamiento están modulados por factores de crecimiento derivados de

la matriz del injerto, cuya actividad es estimulada por la extracción de minerales óseos.<sup>7</sup>

Los factores de crecimiento incluyen proteínas morfogenéticas óseas 2, 4 y 7, factor de crecimiento derivado de plaquetas, interleucinas, factor de crecimiento de fibroblastos, factores de crecimiento similares a la insulina, factores estimulantes de colonias de granulocitos y macrófagos.<sup>7, 45</sup>

También se liberan factores angiogénicos como el factor de crecimiento vascular derivado del endotelio y la angiogenina. Los materiales osteoinductivos pueden hacer crecer hueso en un área donde normalmente no se encuentra.<sup>7</sup>

- Osteoconducción

Es el proceso mediante el cual los materiales proporcionan un entorno físico, una estructura o un material adecuados para el depósito de hueso nuevo. El crecimiento tridimensional de los capilares, el tejido perivascular y las células madre mesenquimales se desencadena desde el sitio del huésped receptor hasta el injerto. Este andamio permite la formación de hueso nuevo en un patrón predecible, determinado por la biología del injerto y el entorno mecánico de la interfaz injerto-huésped.<sup>7, 45</sup>

### 1.5 Clasificación de calidad Ósea

La calidad del hueso depende de su ubicación en la arcada; maxilar y mandíbula tienen diferentes funciones biomecánicas. La mandíbula está diseñada como una unidad de absorción de fuerza, por lo tanto, cuando hay dientes, la corteza ósea externa es más densa y gruesa como el hueso trabecular. El maxilar es la unidad de distribución de fuerzas. Cualquier presión sobre el maxilar se transfiere a través del arco cigomático y el paladar lejos del cerebro y la órbita; por tanto, el maxilar superior tiene una tabla cortical delgada y un hueso trabecular liso que sostiene los dientes.<sup>5</sup>

La calidad ósea según la clasificación de Lekholm & Zarb se evalúa en función de la densidad ósea presente y se clasifica en las siguientes categorías:

- Hueso tipo 1: Compuesto casi en su totalidad por hueso compacto. La mayoría de los huesos de la mandíbula son compactos y homogéneos.
- Hueso tipo 2: Hueso ancho y compacto rodeado de hueso esponjoso denso. Una gruesa capa de hueso denso rodea un núcleo firme y denso con finas trabéculas.
- Hueso tipo 3: la corteza delgada rodea el hueso esponjoso denso. El hueso cortical periférico es delgado, rodea la médula con buena densidad y trabéculas con buena resistencia.
- Hueso tipo 4: Hueso esponjoso cortical delgado. El hueso cortical es muy fino, y rodea hueso esponjoso o trabecular de mala calidad, poco denso y con poca médula ósea.<sup>5, 6</sup>

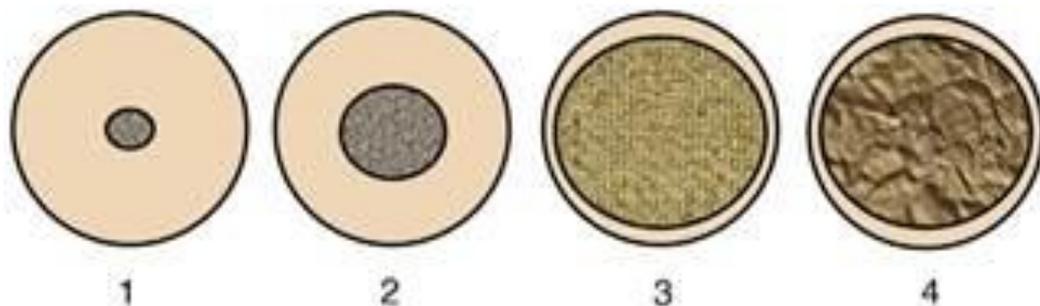


Imagen 9: Evaluación de la calidad del hueso según la clasificación de Lekholm y Zarb, (7)

A su vez, Misch, teniendo en cuenta la densidad ósea macroscópica del maxilar y la mandíbula, describe las siguientes categorías:

- D1-Hueso cortical denso
- D2-Huesos con corteza densa a porosa en el ápice y, dentro de los huesos, hueso trabecular grueso.

- D3-Tiene una protuberancia cortical porosa delgada y hueso trabecular liso en el área más cercana al implante
- D4-Casi desprovisto de hueso cortical crestal.<sup>6</sup>

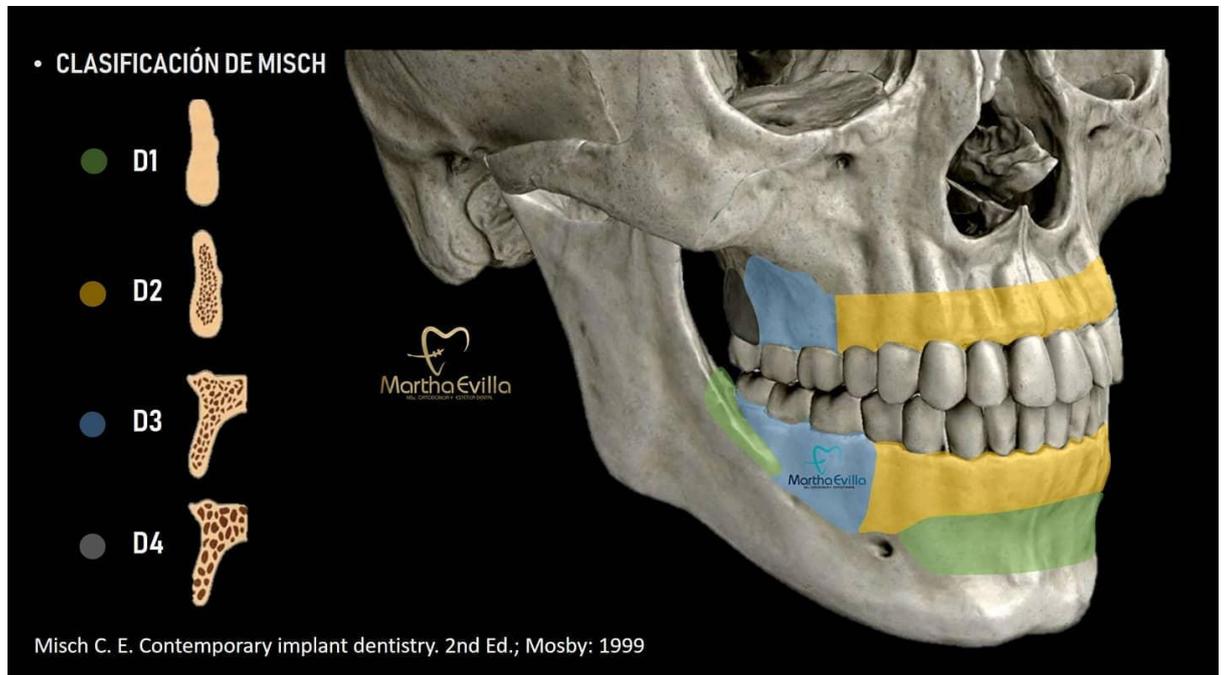


Imagen 10: Representación de la clasificación de Misch. (8)

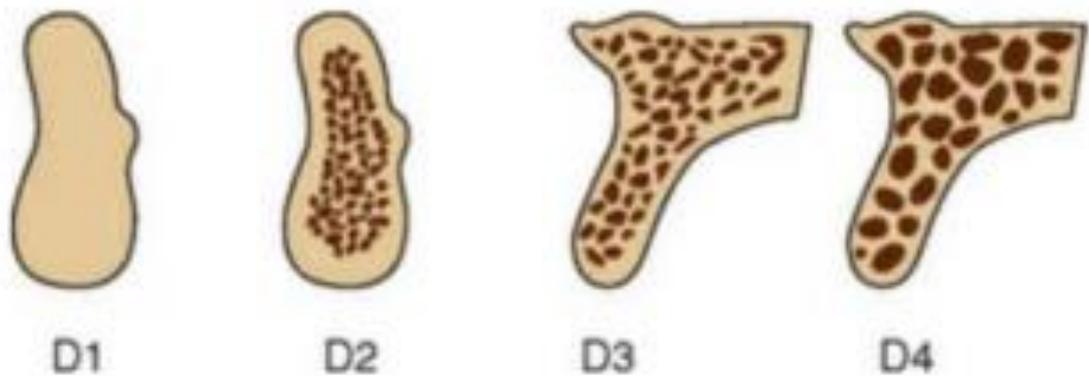


Imagen 11: Las cuatro densidades óseas según la clasificación de misch. (9)

## 2. Cicatrización del alveolo postextracción

### 2.1 Cicatrización alveolar postextracción

La extracción de un solo diente, así como de varios dientes induce una serie de cambios adaptativos de los tejidos duros y blandos que dan como resultado una regresión generalizada del área edéntula. La reabsorción parece más prominente en el lado bucal que en el lado lingual/palatino de la cresta. La reabsorción bucal es más prominente que la lingual/palatina de la cresta. <sup>26</sup>

Amler sugirió que después de la extracción del diente dividiría el proceso de cicatrización en 6 estadios<sup>23, 30, 2:</sup>

- Estadio I: Las primeras 24 horas se caracterizan por la formación de un coágulo de sangre en el alvéolo. D
- Estadio II: Dentro de 2-3 días, el coágulo de sangre se reemplaza gradualmente por tejido de granulación.
- Estadio III: Dentro de 4-5 días, el epitelio en el margen del tejido blando comienza a proliferar cubriendo el tejido de granulación del alvéolo, se inicia la angiogénesis a través de la cadena de células endoteliales y formación de capilares.
- Estadio IV: Una semana después de la extracción, el alvéolo se rellena con tejido de granulación y tejido conjuntivo joven, y se inicia la formación de osteoide en su porción apical.
- Estadio V: Después de 3 semanas, el alveolo está lleno de tejido conectivo y hay signos de mineralización osteoide.
- Estadio VI: Después de 6 semanas de cicatrización, la formación de hueso en el alvéolo es evidente y se pueden ver trabéculas óseas recién formadas.

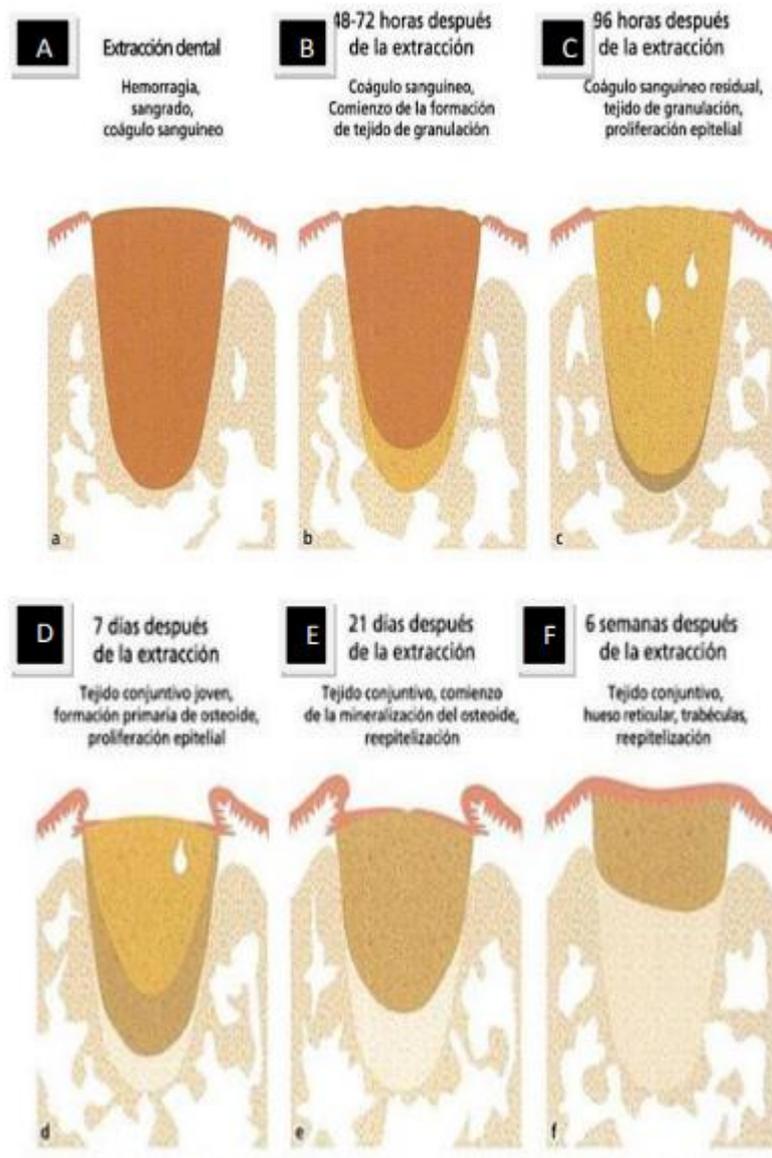


Imagen 12: Curación del alveolo según Amler. **A.** coágulo sanguíneo, **B.** tejido de granulación, **C.** proliferación epitelial, **D.** tejido de granulación, tejido conectivo joven, formación de osteoide, **E.** tejido conectivo, mineralización osteoide, reepitelización, **F.** trabéculas óseas, hueso reticular (10)

### Coagulación de la sangre

El proceso se expande en una reacción enzimática secuencial que dará como resultado la formación de trombina, una proteasa que convertirá el fibrinógeno plasmático en fibrina insoluble que se convertirá en un sellador hemostático de coágulos. Inmediatamente después de la

extracción del diente, la sangre del vaso cortado llena la cavidad. Las proteínas derivadas de células y vasos dañados inician una serie de eventos que conducen a la formación de una red de fibrina. Las plaquetas forman un coágulo e interactúan con la malla de fibrina para formar un coágulo de sangre que ocluye efectivamente el vaso cortado y detiene el sangrado. El coágulo actúa como una matriz física que guía el movimiento celular y también contiene sustancias importantes para los mecanismos de curación posteriores. El coágulo contiene sustancias (p. ej., factores de crecimiento) que afectan a las células mesenquimales y aumentan la actividad de las células inflamatorias. Estas sustancias inducirán y fortalecerán la migración de varios tipos de células hacia la herida alveolar, así como las actividades de proliferación, diferenciación y síntesis en el coágulo. Aunque los coágulos de sangre son muy importantes en las primeras fases de cicatrización de heridas, su eliminación es fundamental para la formación de tejido nuevo. Por este motivo, a los pocos días de la extracción del diente, los coágulos de sangre comienzan a romperse, es decir, comienza el proceso de "fibrinólisis". <sup>41, 2, 39</sup>

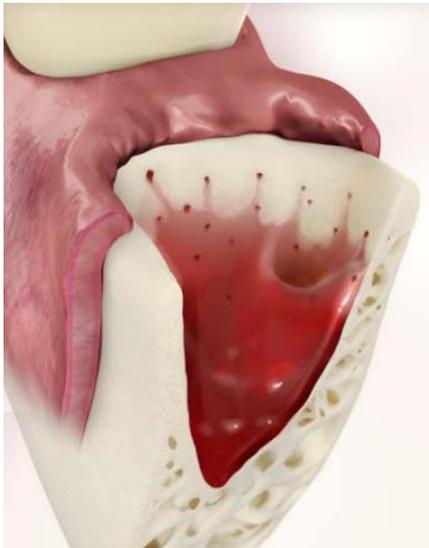


Imagen 13: Formación del coagulo (11)

Fibrinólisis

Esta es la acción limitante de todo el proceso, que llevan a cabo los inhibidores del plasma que actúan neutralizando la trombina.

El sistema fibrinolítico es una cascada enzimática formada por una serie de activadores e inhibidores que regulan la conversión de plasminógeno en plasmina. La generación de plasmina libre en la superficie del trombo conduce a la lisis de la fibrina, lo que da como resultado productos de degradación de la fibrina. La regulación del sistema fibrinolítico está mediada por interacciones moleculares específicas entre sus componentes principales y por la síntesis y posterior liberación de activadores e inhibidores del plasminógeno de las células endoteliales. Por tanto, un aumento de la actividad del sistema fibrinolítico favorece la aparición de trastornos hemorrágicos, mientras que un defecto en la actividad fibrinolítica puede predisponer a la trombosis. <sup>41, 2, 39</sup>

#### Limpieza de la herida

Los neutrófilos y los macrófagos migran hacia la herida, fagocitan las bacterias y el tejido dañado y limpian el sitio antes de que comience a formarse tejido nuevo. Los neutrófilos ingresan a la herida en una etapa temprana, mientras que los macrófagos emergen más tarde. Los macrófagos no solo están involucrados en la limpieza de heridas, sino que también secretan factores de crecimiento y citoquinas que promueven una mayor migración, proliferación y diferenciación de las células mesenquimales. Una vez que se eliminan los desechos y se "esteriliza" la herida, los neutrófilos sufren una muerte programada (apoptosis) y los macrófagos los eliminan. Después de eso, los macrófagos abandonan la herida. <sup>2, 41, 39</sup>

#### Formación de tejido

Brotos de estructuras vasculares (del ligamento periodontal seccionado), así como células mesenquimales, células similares a fibroblastos (del ligamento periodontal y áreas adyacentes de la médula ósea) penetran en el alvéolo. Las células mesenquimatosas comienzan a proliferar y

depositar componentes de la matriz en ubicaciones extracelulares; Gradualmente, el tejido de granulación reemplaza al coágulo de sangre. En última instancia, este tejido de granulación contendrá macrófagos y un gran número de células similares a fibroblastos, así como muchos vasos sanguíneos recién formados. Los vasos recién formados suministran el oxígeno y los nutrientes necesarios para el aumento del número de células en el tejido nuevo. La síntesis intensiva de los componentes de la matriz por parte de las células mesenquimales se denomina fibroplasia, mientras que la formación de nuevos vasos sanguíneos se denomina angiogénesis. La combinación de fibroplasia con angiogénesis da como resultado tejido conectivo transitorio. La transición de tejido conjuntivo transitorio a tejido óseo se produce a lo largo de las estructuras vasculares. Así, las células osteoprogenitoras migran y se acumulan alrededor de los vasos. Estas células se diferencian en osteoblastos que producen una matriz de fibras de colágeno que adoptan un patrón reticular. Así es como se forma el osteoide, y dentro del osteoide comienza el proceso de mineralización. Los osteoblastos continúan depositando osteoide y algunas de estas células quedan atrapadas en la matriz y se convierten en osteocitos. Este hueso recién formado se llama hueso reticular.<sup>2,41, 23</sup>



Imagen 14: Tejido conectivo denso, fibroso y altamente vascularizado (11)

El hueso tejido es el primer tipo de transición del tejido conjuntivo temporal al tejido óseo, que se produce a lo largo de las estructuras vasculares. De esta forma, las células osteoprogenitoras migran y se agregan alrededor de los vasos sanguíneos. Se diferencian en osteoblastos que producen una matriz de fibras de colágeno que adopta un patrón reticular.<sup>23, 2, 41</sup>

#### Formación de osteoide

Es importante comprender que durante esta fase inicial de cicatrización se elimina la mayor parte del tejido óseo de la pared de la cavidad (hueso fascicular).

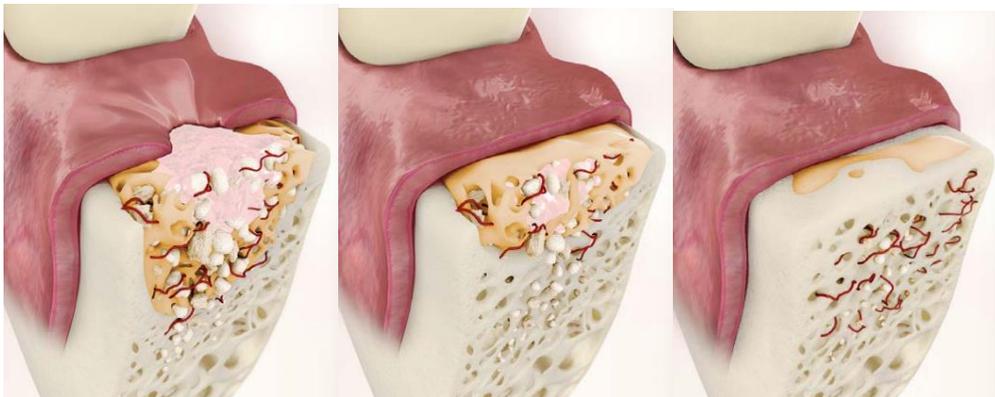


Imagen 15: Formación de tejido óseo dentro del alveolo, aumentando el grosor de trabéculas y de mineralización (11)

### 3. Biología de la osteointegración

#### 3.1 Osteointegración

Según Branemark, "la osteointegración es una conexión firme, íntima y duradera entre la superficie del implante y el hueso que lo soporta, sin interposición de tejido". A través de sus primeras observaciones sobre la osteointegración, Branemark demostró que los implantes de titanio podían incrustarse permanentemente en el hueso, es decir, el hueso vivo podía fusionarse con la capa de óxido de titanio del implante para que los dos no pudieran separarse sin fracturarse.<sup>46</sup>

Actualmente, los implantes se consideran osteointegrados cuando no existe un movimiento relativo progresivo entre el implante y el hueso con el que está en contacto directo. En esencia, el proceso de osteointegración refleja un mecanismo de anclaje mediante el cual los componentes no vitales pueden incorporarse de forma fiable en el hueso vivo y persistir en todas las condiciones de carga normales. Sin embargo, el término osteointegración describe el estado clínico que proporciona estabilidad a largo plazo a la prótesis, pero no es una propiedad biológica de ningún sistema metálico o implante.<sup>46</sup>

Se puede argumentar que el "contacto directo con el hueso" como se observa histológicamente puede ser indicativo de una falta de respuesta biológica local o sistémica a la superficie. Por lo tanto, se propone que la osteointegración no es el resultado de una respuesta favorable de los tejidos biológicos sino más bien de la falta de respuesta negativa de los tejidos.

El término osteointegración tiene diferentes connotaciones según el nivel en el que se estudie, clínicamente, la osteointegración se considera:<sup>8</sup>

- El implante es estable: no gira, no se hunde, no se mueve.
- Ausencia de radiotransparencia periimplantaria.
- Ausencia de síntomas, especialmente dolor. Desde un punto de vista científico, la osteointegración se considera al nivel de: Óptica (50x): presencia de hueso normal microscópico adyacente al metal
- Microscopía electrónica (8.000 a 10.000 X): fibras de colágeno mineralizadas de 20 a 40 nm de titanio, lo que equivale a la distancia intercelular normal.
- A nivel molecular: entre el propio hueso y el metal se detectaron dos capas, una de colágeno mineral de 2-10 micras de espesor y una capa más fina unida a la glicoproteína del metal.<sup>8</sup>

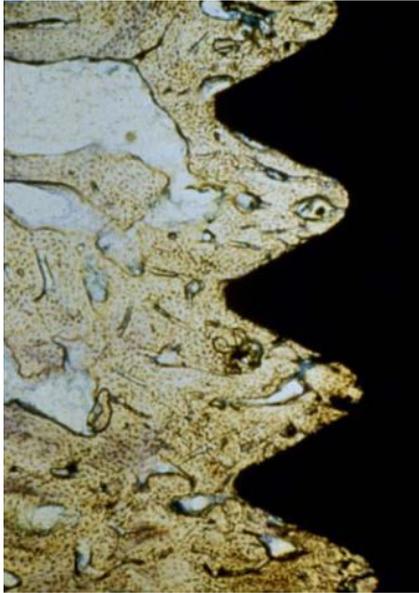


Imagen 16: Branemark describió la osteointegración como una interfaz directa de implante óseo vista bajo el poder de la microscopía óptica. (9)

La superficie del implante osteointegrado (que hace contacto íntimo con el hueso) debe ser lo más plana posible para permitir una mejor distribución de las cargas a aplicar <sup>6</sup>. En superficies mecanizadas, a los 15 días no se ha producido ningún contacto, al mes llega al 25% de la superficie, al cabo de tres meses hay contacto al 50% de la superficie (en ese momento existe la posibilidad de iniciar una carga) y al cabo de A los 12 meses se presume que la unión se ha establecido en el 95 % de la región.<sup>8</sup>

Los diferentes tratamientos de la superficie de los implantes han permitido acortar este periodo de osteointegración descrito originalmente por Branemark debido a un aspecto importante:

La capacidad osteoconductor de nuevo tratamiento de superficie, que permite un posicionamiento óseo más rápido en la interfaz del implante, acelerando así el proceso de osteointegración<sup>8</sup>.



Imagen 17: Se puede apreciar en esta imagen como gráficamente se da la osteointegración de un implante con el hueso, a manera que se hace uno mismo con el hueso (12)

El aumento significativo del área de contacto de los implantes óseos debido a la creación de micro rugosidades en su superficie permite que el implante tenga una mayor estabilidad a corto plazo, aunque esto no tiene relación directa con su estabilidad en el momento de la colocación.<sup>6</sup>

También se forman enlaces entre el pilar y la mucosa gingival. Se ha observado que las células epiteliales tienen la capacidad de adherirse al titanio. Como afirma Raspall, el mecanismo está mediado por estructuras similares a hemidesmosomas emitidas por células epiteliales periimplantarias que emiten pseudópodos formados por glicoproteínas. La superficie de titanio maquinada soporta la adhesión mucosa, por lo que se decidió dejar maquinadas las dos primeras lazadas coronales del implante para no afectar la unión del tejido gingival al implante, especialmente en los casos en que se deba dejar en posición supracrestal a requerimientos técnicos o protésicos<sup>8</sup>.

### 3.2 Osteogénesis implantaria

La osteogénesis periimplantaria puede ocurrir a largas distancias y en contacto con el hueso huésped. La osteogénesis a distancia se refiere a las trabéculas óseas periimplantarias recién formadas que se desarrollan

desde el alvéolo del hueso huésped hacia la superficie del implante. Por el contrario, la osteogénesis de contacto se refiere al hueso periimplantario recién formado que se desarrolla a partir del implante hasta convertirse en hueso sano.<sup>46</sup>

Una red de trabéculas óseas recién formadas asegura la fijación biológica del implante y rodea el espacio de la médula que contiene numerosas células mesenquimatosas y vasos anchos. Los osteoblastos depositan una fina capa de tejido osteoide calcificado directamente sobre la superficie del implante. Los vasos sanguíneos y las células mesenquimales llenan espacios donde no hay tejido calcificado.<sup>46</sup>

A la formación inicial de una nueva matriz calcificada en la superficie del implante le sigue el ensamblaje de la estructura ósea y las trabéculas óseas. Es adecuado para el proceso de cicatrización ósea periimplantaria, ya que muestra una gran superficie altamente activa, adyacente al espacio medular rico en células vasculares y mesenquimales. El tejido medular contiene un rico suministro vascular de precursores de osteoclastos mononucleares, por lo que el hueso trabecular se desintegra más rápidamente que el hueso cortical. Se produce una rápida formación de tejido óseo reticular en el implante para restaurar la continuidad.<sup>9</sup>

La malla trabecular y el hueso llenan el espacio inicial en la interfaz hueso-implante dispuestos en una red tridimensional que ofrece una alta resistencia a la carga inicial del implante. Su arquitectura física, que incluye arcos y puentes, ofrece plegamiento biológico para la fijación celular y la deposición ósea, que es la fijación biológica. La formación temprana de hueso trabecular periimplantario asegura un anclaje tisular compatible con la fijación biológica del implante. Comienza de 10 a 14 días después de la cirugía.<sup>46,9</sup>

La fijación biológica difiere de la estabilidad primaria (mecánica) que se obtiene fácilmente durante la colocación del implante. La fijación implica una condición biofísica como:

- La estabilidad primaria es la fijación mecánica del implante.
- Superficies biomiméticas de implantes (recubrimientos con composición química y fase similar a los componentes óseos inorgánicos).
- Distancia correcta entre el implante y el hueso receptor.<sup>6</sup>

Posteriormente, el hueso sufre una remodelación progresiva y es sustituido por hueso plano que puede alcanzar un alto grado de mineralización. Tres meses después de la implantación, se pudo encontrar una textura ósea de matriz reticular y lamelar mixta alrededor de varios tipos de implantes de titanio.<sup>46</sup>

El hueso periimplantario contiene osteonas y fragmentos de hueso huésped que están encapsulados por hueso maduro. La interfaz del implante óseo muestra espacios intertrabeculares medulares delimitados por una superficie de titanio en un lado y por hueso nuevo rico en células y vascularizado en el otro.<sup>46</sup>

Fragmento de hueso huésped entre el implante y el alvéolo óseo que resulta de la preparación de una broca quirúrgica o de la inserción del implante. Está encerrado en hueso trabecular periimplantario recién formado y parece estar involucrado en la formación de hueso trabecular durante las primeras semanas, es decir, en la fijación biológica del implante, mejorando y guiando la osteogénesis periimplantaria como biológicos tanto osteoconductores como osteoinductivos. material. Por lo tanto, puede ser útil en la práctica clínica no enjuagar con solución salina ni aspirar el alvéolo óseo antes o durante la colocación del implante.<sup>46</sup>

Los principales factores de fracaso de la osteogénesis periimplantaria son:

- Disminución del número y/o actividad de células osteogénicas.

- Aumento de la actividad osteoclástica.
- Desequilibrio entre los factores anabólicos y catabólicos locales que actúan sobre la formación y remodelación ósea.
- Proliferación anormal de células óseas y estrés mecánico.
- Cambios en la vascularización del tejido periimplantario.

### 3.3 Remodelación ósea por colocación de implantes

El hueso en contacto con la superficie del implante sufre una remodelación morfológica como adaptación al estrés y las cargas mecánicas. El reemplazo de hueso maduro periimplantario en implantes osteointegrados se confirma por la presencia de médula o espacios medulares que contienen osteoclastos, osteoblastos, células mesenquimales y vasos sanguíneos o linfáticos cerca de la superficie del implante.<sup>46,9</sup>

Durante la remodelación ósea periimplantaria, las nuevas osteonas giran alrededor del implante con su eje longitudinal paralelo a la superficie del implante y perpendicular al eje longitudinal del implante. Los osteoblastos producen tejido osteoide, lo que indica que se está produciendo osteogénesis. El hueso remodelado puede extenderse hasta 1 mm desde la superficie del implante.<sup>46,9</sup>

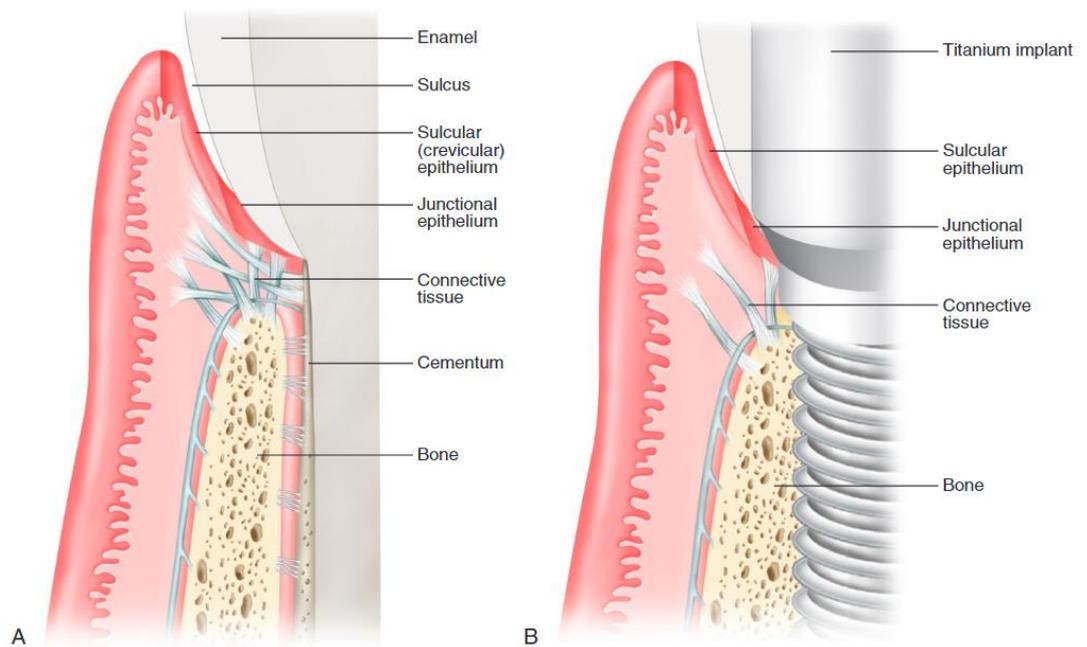


Imagen 18: Ilustración esquemática de tejido duro y blando alrededor de un diente y un implante. A, La anatomía de los tejidos blandos y duros alrededor de un diente natural demuestra el soporte óseo con un ligamento periodontal, una zona de tejido conjuntivo por encima de la cresta del hueso con fibras de tejido conjuntivo (de Sharpey) que se insertan en la dentina, una inserción epitelial de unión larga, un surco gingival revestido con epitelio sulcular y epitelio gingival oral (superficie externa de la encía). B, La anatomía de los tejidos blandos y duros alrededor de un implante muestra algunas similitudes y algunas diferencias claras. Hay hueso de soporte en aproximación directa a la superficie del implante sin ningún tejido blando intermedio (es decir, sin ligamento periodontal). Una zona de tejido conectivo está presente por encima del nivel del hueso con fibras paralelas a la superficie del implante y sin fibras de inserción. Hay una unión epitelial de unión larga, un surco gingival/mucoso revestido con epitelio sulcular y epitelio gingival/mucoso oral (superficie externa de tejido blando). (13)

### 3.3 Biología de la osteointegración alveolar en implantes postextracción

Después de la pérdida del diente, hay una involución progresiva del hueso alveolar tanto en la dimensión horizontal como en la vertical. El estudio clásico de Araujo y Lindhe nos da como resultado que se producen cambios dimensionales durante las primeras 8 semanas después de la extracción de premolares mandibulares. Durante este intervalo, la intensa actividad osteoclástica resulta de la reabsorción de las áreas crestales de las paredes vestibular y lingual. Esta reducción en la altura de las paredes óseas es más pronunciada en las paredes vestibulares. La disminución de la altura también se acompaña de pérdida ósea horizontal causada por los osteoclastos que se encuentran en las paredes del hueso alveolar.<sup>29</sup>

Además, este grupo de estudio ha evaluado el cambio en las dimensiones de los rebordes alveolares después de la inserción del implante en el nuevo alveolo posterior a la extracción .5 mm en la pared lingual, apical, al nivel del implante. En el sitio cicatrizado, la distancia vertical media entre las terminaciones marginales de las paredes vestibular y lingual fue de  $2,2 \pm 0,9$  mm. En los sitios tratados, la pérdida media de unión ósea a las paredes vestibular y lingual fue de  $0,5 \pm 0,5$  mm y  $0,2 \pm 0,3$  mm, respectivamente.<sup>29,42</sup>

Los estudios muestran que incluso cuando el implante se inserta en el alveolo después de la extracción, hay un cambio marcado en las dimensiones después de 3 meses. En este sentido, la colocación del implante postextracción en un nuevo alvéolo no evita que se produzca remodelación ósea en sus paredes. Las alturas resultantes en las paredes vestibular y lingual después de 3 meses de seguimiento fueron similares tanto en el sitio tratado con el implante como después de la extracción, mientras que la pérdida ósea vertical fue más visible en la pared vestibular que en la lingual. Estudios similares han confirmado este hallazgo histológico, en el sentido de que la colocación del implante no mantiene las dimensiones del tejido duro del reborde alveolar. Hay reabsorción de las paredes vestibular y lingual, además, hay mayor pérdida de hueso marginal en la pared vestibular. Varios estudios

experimentales han demostrado que las características del implante pueden influir en la respuesta ósea. El diseño, la rugosidad de la superficie, la posición quirúrgica y el tipo de carga son de gran importancia para los implantes insertados en los alvéolos después de su extracción. Además de la posición macroscópica del implante en la técnica posterior a la extracción, una superficie rugosa o mecanizada puede mejorar la respuesta ósea en animales de experimentación en comparación con una superficie mecanizada (implante Mk III Groovy RP, NobelBiocare®). De hecho, los defectos óseos marginales pueden sanar mejor en una superficie rugosa y la superficie tratada es menos predecible. Los defectos marginales alrededor de los implantes de superficie rugosa mostraron una cicatrización ósea completa con un alto grado de osteointegración, tanto incrustados como no sumergidos. La cicatrización de los implantes mecanizados se caracterizó por una compactación incompleta y la presencia de tejido conectivo entre el implante y el hueso recién formado. La configuración y el tamaño de los implantes también pueden afectar la osteointegración de los implantes insertados directamente en alvéolos frescos después de la extracción.<sup>29, 42</sup>

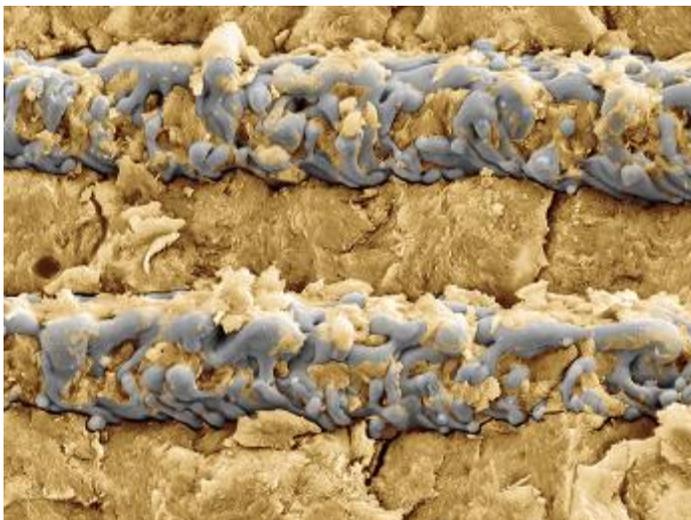


Imagen 19: Osteointegración en implantes (14)

### 3.4 Factores que inhiben la osteointegración

Los factores que impiden la osteointegración son:

- Micromovimiento excesivo del implante.
- Porosidad inadecuada del recubrimiento.
- Radioterapia y agentes farmacológicos como ciclosporina A, metotrexato y cisplatino, warfarina y heparinas de bajo peso molecular, antiinflamatorios no esteroideos, inhibidores selectivos de la COX-2.
- Factores relacionados con el paciente como la osteoporosis, la artritis reumatoide, la edad avanzada, las deficiencias nutricionales, el tabaquismo y la insuficiencia renal.
- La biocompatibilidad del material es de gran importancia y es un predictor de la osteointegración, ya que es importante establecer una fijación estable con contacto directo del hueso con el implante, más que tejido fibroso en la interfase.<sup>46</sup>

### 3.5 Propiedades del titanio en la osteointegración

Los estudios realizados hasta la fecha son consistentes y el poste mejor integrado es el titanio comercial (Ti 99,7%, Fe 0,05%). Un bajo porcentaje de hierro puede causar la corrosión del metal. Otra aleación utilizada con éxito es titanio-aluminio-vanadio.<sup>8</sup>

La superficie del implante presentar microrrugosidades además de óxidos que facilitan la bioadhesión y aumentan la superficie de contacto. Es necesario eliminar los microcontaminantes físico-químicos y biológicos. Los implantes no pueden esterilizarse por medios convencionales, ya que contribuyen a la deposición de contaminantes físico-químicos. Para su esterilización se utilizan métodos como la radiación ultravioleta o la radiofrecuencia. Actualmente se debate la utilidad de recubrir un implante con materiales conductores como la hidroxiapatita. Los sistemas basados en este recubrimiento no parecen tener éxito en la interfase metal-hueso.<sup>8</sup>

Tratamiento de la superficie del implante.

Diversos métodos de tratamiento superficial de los implantes:

- Tratamiento de sustracción. Se produce erosión química o física de la superficie tratada.
- Tratamiento de adicciones. Se agrega metal u otros componentes a la superficie tratada.
- Una combinación de ambos tratamientos.<sup>8</sup>

Tratamiento de superficies más empleados

- Superficie grabada con doble ácido. Creación de microrrugosidades en la superficie por erosión con ácidos clorhídrico y sulfúrico. La superficie creada es conductora y aumenta el área microscópica de contacto con el hueso.
- Rociado de la superficie con plasma de titanio. Este método consiste en que la superficie se expone repentinamente a granos de arena de 1/2 de diámetro para erosionarla y crear microrrugosidades, y luego se rocía plasma de titanio sobre ella. Esta es una técnica mixta, sustractiva, aditiva.
- Óxido de titanio (TiO<sub>2</sub>). Tratamiento que aumenta la cantidad de óxido de titanio en la interfaz hueso-implante. Este óxido es un potente osteoconductor. Se encuentra en forma de pseudópodos, lo que aumenta el potencial de osteointegración.<sup>8, 48</sup>

Tratamiento superficial SLA La superficie de SLA utiliza chorro de arena (chorro de arena o granallado), grano grueso, grabado ácido, y se basa en la técnica de granallado (chorro de arena) de óxido de aluminio Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, carburo de silicio, partículas de óxido de titanio, que crean macro-rugosidad en la superficie de titanio. Al arenado le sigue un proceso de grabado ácido a altas temperaturas, los implantes dentales se sumergen en soluciones con varios ácidos: clorhídrico (HCl), sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), nítrico (HNO<sub>3</sub>), fluorhídrico (HF). Como resultado, aparecen finos microporos de 2 a 5 micras de tamaño en la superficie del implante. Esta topografía macro/micro única proporciona una estructura ideal para la

unión celular al tiempo que reduce la posibilidad de colonización bacteriana. La técnica de tratamiento de superficies SLA es una de las más estudiadas y mejor documentadas en la implantología dental moderna. Las pruebas de cultivo celular y la histología ósea confirmaron su buen rendimiento a largo plazo, así como su alta estabilidad mecánica y baja incidencia de periimplantitis. Esto convierte a SLA en una opción ideal para superficies de contacto con implantes.<sup>48</sup>

	N	C	H	Fe	O	RT(Mpa)
Grado I	0.03	0.10	0.015	0.20	0.18	235
Grado II	0.03	0.10	0.015	0.30	0.25	338
Grado III	0.05	0.10	0.015	0.30	0.35	441
Grado IV	0.05	0.10	0.015	0.50	0.40	540
Ti 6Al 4V	0.05	0.08	0.012	0.25	0.13	880

*Tabla 1. Elias C. N Tratamiento de superficies para mejorar la oseointegración. Quitessense; 2009*

Imagen 20: Tratamiento de superficies para mejorar la osteointegración (15)

#### 4. Biomateriales y sustitutos óseos

Los biomateriales de regeneración ósea tienen la capacidad de inducir la neoformación de hueso a partir de las características morfológicas y fisiológicas. Hay diferentes tipos de injertos que se pueden catalogar a partir de su naturaleza, características y métodos de obtención.



Figura 2. Diferentes fuentes utilizadas para la producción de injertos óseos.

Imagen 21: Diferentes fuentes utilizadas para la producción de injertos óseos (16)

#### 4.1 Clasificación de injertos óseos

##### 4.1.1 Hueso Autólogo

El hueso autólogo se ha utilizado como material de aumento óseo con muy buenos resultados. Representa las propiedades ideales del injerto, osteogénico, osteoconductor y osteoinductor; además de una cicatrización rápida, incomparable con cualquier otro material, se convierte en el "estándar de oro" de la cirugía reconstructiva ósea. Sin embargo, tiene varias desventajas, incluida la rápida revascularización y reabsorción del material, lo que dificulta lograr un aumento significativo de la cresta ósea y requiere una colocación rápida del implante para evitar la reabsorción. Otras restricciones que se agregarán son la morbilidad y las complicaciones asociadas con el sitio donante, como infección, sangrado, dolor, inflamación y daño a los nervios y vasos sanguíneos; así como la disponibilidad limitada del injerto, que no permite obtener una cantidad ilimitada de material.<sup>10, 12</sup>

Inicialmente, el injerto óseo autólogo sufre una necrosis parcial y luego se reabsorbe, actuando como soporte para la formación de hueso nuevo. La rápida manipulación y fijación en el lecho permitirá que las células sobrevivan y revivan el injerto en un nuevo lugar. La supervivencia de los

osteocitos está determinada por la proximidad del riego sanguíneo; incapaces de sobrevivir si están a más de 200 micrones de distancia de un vaso sanguíneo.<sup>12, 13</sup>

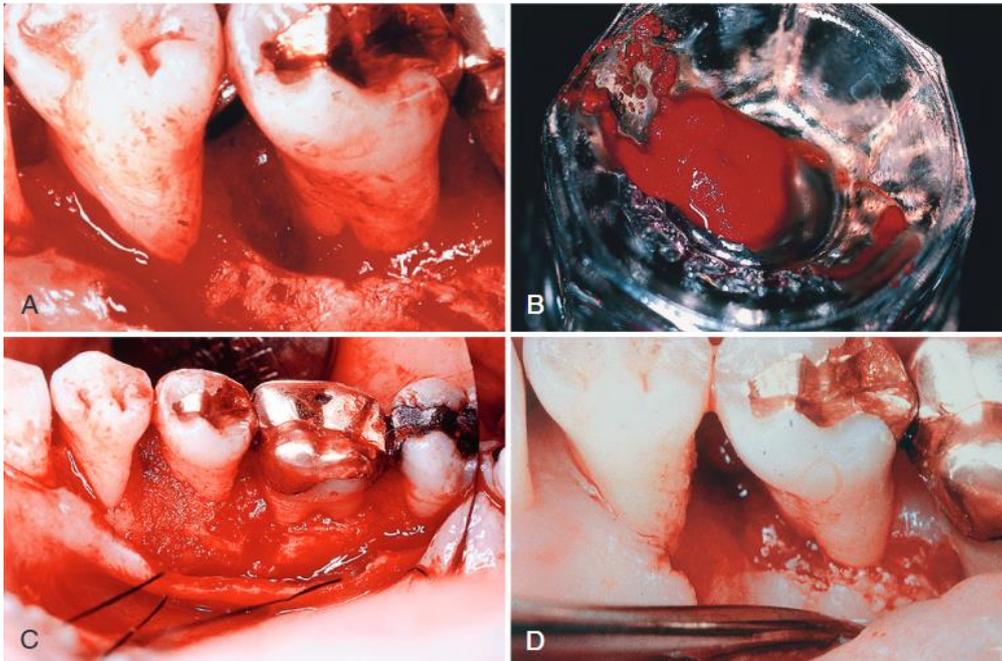


Imagen 21: A, Defecto óseo mesial a un segundo premolar. B, Material de injerto colocado en un plato dappen antes de transferirlo al lugar del injerto. C, Material en su lugar. D, Reingreso 6 meses después. (13)

Los injertos autógenos pueden contener hueso cortical, esponjoso o corticoesponjoso y se presentan bien en bloques. Los injertos corticales tienen menos células osteogénicas, por lo que es posible que no puedan mantener la viabilidad celular.<sup>13, 10</sup>

Por otro lado, los tejidos esponjosos en principio proporcionan una mayor supervivencia por la mayor difusión de nutrientes y el grado de revascularización desde el lecho receptor. La curación del injerto autólogo incluye tanto la osteoconducción, donde se forma hueso nuevo alrededor del injerto a medida que se reabsorbe, como la osteoinducción, donde las proteínas presentes en el hueso pueden estimular los osteoblastos o sus células progenitoras para la nueva formación de tejido óseo.<sup>12, 14</sup>

Otro aspecto importante es el origen embriológico del injerto, ya que se supone que la tasa de reabsorción del injerto depende de su origen

embriológico, los injertos de origen membranoso (injertos mandibulares) no se reabsorben tanto como los injertos de origen endocondral (injertos de la cresta iliaca). Los injertos de hueso esponjoso tienden a reabsorberse más rápido que los injertos corticales, lo que indica que la reabsorción depende principalmente de la estructura y la microarquitectura del injerto. Desde un punto de vista clínico, los injertos en bloque son más difíciles de adaptar al área receptora; Por ello, suele combinarse con partículas sólidas para rellenar defectos y así evitar espacios vacíos y reducir el riesgo de penetración de tejidos blandos en la zona regenerada.<sup>10, 18</sup>

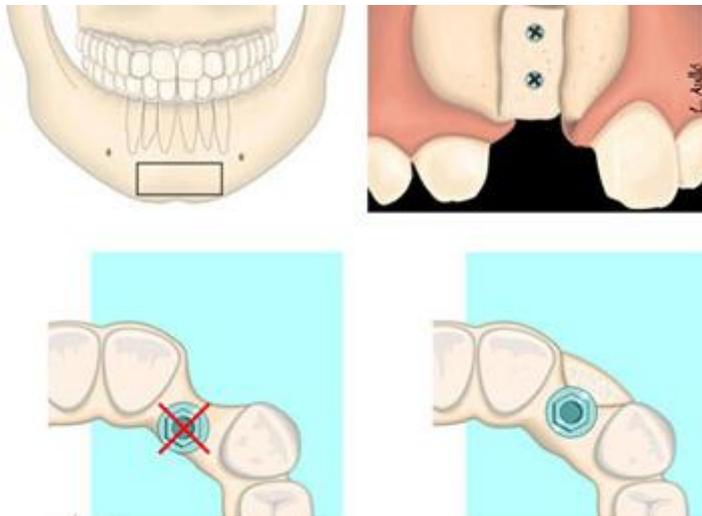


Imagen 22: Injerto de hueso en bloque (17)

#### 4.1.2 Aloinjertos

Proviene de individuos de la misma especie, pero genéticamente diferentes. Se pueden clasificar según la forma en que se procesan.<sup>10</sup>

- Aloinjertos congelados.
- Aloinjerto liofilizado (secado en frío).
- Aloinjerto liofilizado y desmineralizado.
- Hueso irradiado<sup>14</sup>

Tienen propiedades osteoconductoras que estimulan la formación de hueso. Existe un riesgo inevitable de transmisión de enfermedades para los receptores de aloinjertos, por lo que el tema de la seguridad del injerto es importante y un banco de huesos y tejidos adecuado y confiable es un requisito previo básico.<sup>14, 15</sup>

Los aloinjertos tienen una serie de ventajas sobre los autólogos, ya que evitan el dolor en el sitio donante y el daño a los tejidos sanos del huésped; disponibilidad inmediata, la capacidad de obtener tamaños, formas y cantidades adecuadas, así como el almacenamiento durante un largo período de tiempo. Sin embargo, no deben olvidarse sus desventajas, como la posible transmisión de enfermedades y la respuesta antigénica.<sup>15, 17, 45</sup>

#### 4.1.2 Xenoinjertos

El xenoinjerto es un sustituto óseo de una especie distinta del receptor, ya sea de animales o minerales similares a los huesos derivados de corales o algas. Son biocompatibles y tienen propiedades osteoconductoras, favoreciendo el crecimiento vascular, la migración y diferenciación celular y formación ósea, siempre en un entorno osteogénico favorable. Los xenoinjertos están fácilmente disponibles y completamente libres del peligro de transmisión de enfermedades, siempre que se siga el protocolo del proceso de esterilización.<sup>18, 11</sup>

Los xenoinjertos más utilizados en la práctica diaria son los derivados de:

- Hueso bovino.
- Hueso porcino.
- Hueso equino.

Los xenoinjertos más documentados clínica e histológicamente son los bovinos. Estudios previos demostraron la integración de implantes dentales en áreas regeneradas con este biomaterial; presentó reabsorción lenta, cuando se observaron partículas de biomaterial incluso hasta 3

años después de la intervención quirúrgica. Dentro de este grupo, el hueso bovino mineralizado cuenta con el mayor respaldo científico en la literatura, ya que se ha utilizado tanto in vitro como in vivo en un gran número de estudios.<sup>16, 11</sup>

En cuanto al material derivado de porcino, Nannmark & Sennerby confirmaron las propiedades osteoconductoras de este material y observaron cómo se adsorbía y reformaba gradualmente por la formación de osteonas alrededor de las partículas de xenoinjerto.<sup>18</sup>

Recientemente, Scarano et al. Rellenaron defectos óseos con diferentes xenoinjertos, que cubrieron con una membrana de colágeno, para valorar el porcentaje de relleno del defecto a los 4 meses del estudio. Partículas de hueso corticoesponjoso porcino con/sin gel de colágeno en comparación con un bloque de hueso equino y con un grupo de control (solo membrana). El grupo óseo particulado porcino sin colágeno presentó el mayor defecto de relleno, seguido del particulado con colágeno y luego bloque. No hubo diferencias significativas entre los tres grupos, excepto en el grupo control. Estos datos indican que este biomaterial tiene una alta biocompatibilidad y es capaz de formar tejido óseo más rápidamente. Si se comparó el hueso corticoesponjoso colágeno porcino con el hueso cortical porcino, el primero mostró mejores propiedades ya que mostró una menor reducción volumétrica después de 3 meses de estudio.<sup>19</sup>

Otro estudio comparó recientemente un biomaterial sintético (60% hidroxiapatita y 40% fosfato tricálcico) con porcino, y se observó que este último presentaba una mayor tasa de reabsorción, debido al menor porcentaje observado de biomaterial residual. Del mismo modo, proporciona una mayor ventaja sobre el hueso nuevo regenerado.<sup>19</sup>

La adición de colágeno en gel para hidratar partículas óseas de colágeno porcino proporciona una mejor presentación y mayor capacidad adhesiva del biomaterial, facilitando su manejo clínico, sin afectar las propiedades osteoconductoras del material.<sup>19</sup>

Los injertos de hueso esponjoso equino se han introducido recientemente en el mercado. En su fabricación se aplica un método que evita el recubrimiento cerámico de cristales de hidroxiapatita, acelerando así la tasa de reabsorción fisiológica; se degrada más rápido que las partículas de hueso bovino; contienen colágeno, lo que hace que los bloques de este tipo de injertos sean más compactos y menos quebradizos cuando se manipulan y adaptan a la zona receptora, reduciendo en gran medida el riesgo de fractura sin necesidad de utilizar placas o tornillos osteosintéticos para su fijación.<sup>18</sup>

Los bloques de hueso equino para el aumento del sector posterior mandibular se han utilizado con técnicas de incrustación. En este sentido, se puede obtener un aumento medio de la altura ósea de 4,8 mm. En este caso, la histología de la biopsia mostró hueso nuevo en estrecho contacto con el biomaterial, sin signos de inflamación ni reacción a cuerpo extraño. Este hallazgo fue observado previamente en otros estudios, no valorando hendiduras o tejido conectivo en la interfase hueso-biomaterial.<sup>18</sup>

#### 4.1.3 Aloplásticos

Los sustitutos óseos aloplásticos son materiales que son inertes (no orgánicos), sintéticos y osteoconductores. Existe una gran variedad de materiales, biocerámicas y cristales bioactivos. Existen diferencias estructurales entre ellos, así como en su composición y en sus propiedades mecánicas y biológicas. Los más comercializados son cristales bioactivos, incluidos el fosfato beta-tricálcico ( $\beta$ -TCP) y la hidroxiapatita (HA), que permiten la formación de tejido óseo nuevo, estabilizan los coágulos sanguíneos y favorecen la osteogénesis durante las primeras etapas de la regeneración. Se ha demostrado que esta mezcla de cristales bioactivos tiene bioactividad y osteoconductividad satisfactorias.<sup>14, 20</sup>

Artzi et al demostraron que la tasa de reabsorción era completamente diferente entre el hueso bovino y el  $\beta$ -TCP. Estos últimos se reabsorbieron hasta perderlos por completo a los 4 años, mientras que en el hueso

bovino la fracción particulada permaneció prácticamente invariable durante todo el tiempo de evaluación. Se ha demostrado que los sustitutos aloplásticos atraen células gigantes multinucleadas en varias etapas de remodelación del injerto. Se piensa que estas células son las responsables del proceso de degradación de estos sustitutos óseos, participando uniéndose en la activación de los factores de crecimiento vascular y la liberación de enzimas inflamatorias, como las citoquinas.<sup>20</sup>



Imagen 23: Representación de hueso aloplástico (18)

#### 4.2 Membranas

Las membranas regenerativas se utilizan en periodoncia, implantología y en cualquier procedimiento quirúrgico dental que requiera de una barrera mecánica, especialmente para reconstrucciones óseas, resultando ideales para aumento vertical de cresta y reconstrucciones óseas. Proporcionan un mecanismo para el crecimiento de nuevos tejidos duros y blandos, se utilizan para crear una barrera para el tratamiento de defectos periodontales.<sup>43</sup>

La membrana debe tener las siguientes propiedades para ser utilizada en GBR:

- Deben excluir los fibroblastos gingivales o células epiteliales del sitio de regeneración ósea, para que no se forme tejido conectivo fibroso en su lugar.
- La membrana debe estar aislada del tejido circundante y extenderse 2 o 3 mm más allá de los márgenes del defecto.
- El espacio provisto por la membrana será ocupado por fibrina y células progenitoras y luego se originará a partir del hueso adyacente. La membrana protege el coágulo de cualquier movimiento del tejido adyacente.
- Cuando sea necesario, la membrana debe servir como armazón o soporte del material autólogo u otro material sustitutivo, para que no se derrumbe la forma a reconstruir.<sup>43</sup>

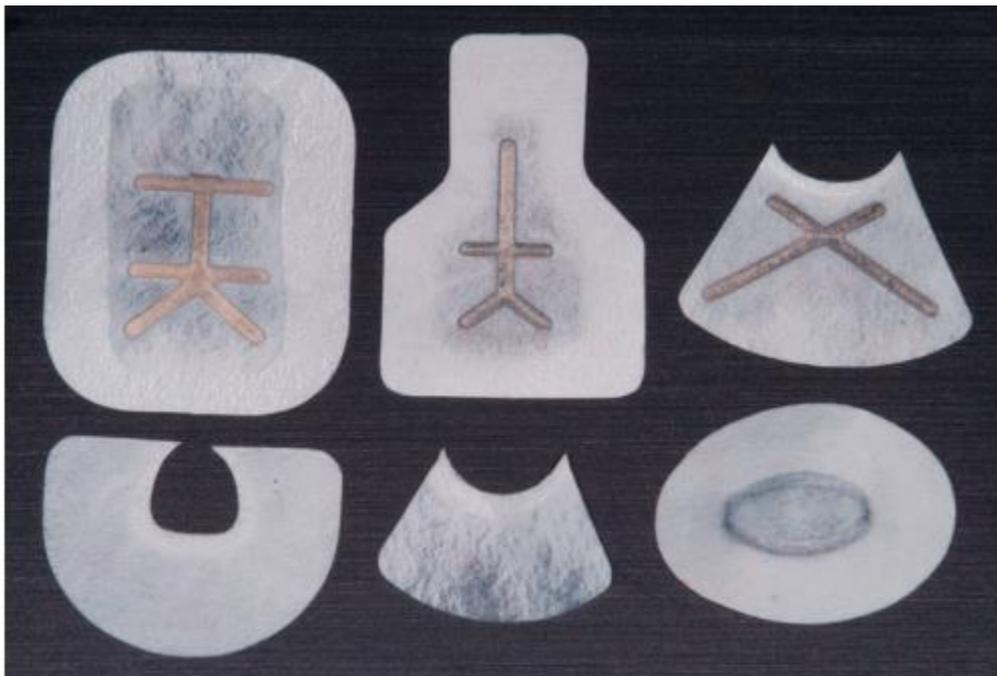


Imagen 24: Imagen 23: Membranas no reabsorbibles de diferente forma y tamaño. Obsérvense las membranas con soporte de titanio.(13)

#### 4.3.1 Membranas reabsorbibles

Esta membrana tiene la capacidad de ser reabsorbida por el cuerpo. El periodo de reabsorción depende del material del que están hechos, este

es un punto crítico ya que no se requiere su remoción, su función depende del tiempo que permanecen en el organismo.<sup>7</sup>

Se clasifican de acuerdo a su composición en:

- Colágeno: Obtenido de tendón bovino purificado (colágeno tipo I), ej.: Biomed (Zimer-USA) se reabsorbe aproximadamente a las 6 o 7 semanas.
- PLA-PGA: (ácido poliláctico-ácido poliglicólico) son más rígidas y su tiempo de reabsorción es de 6 a 8 semanas, ej.: Resolut (Goretex USA)
- Polímero líquido sintético.
- Poliglactina.
- Sulfato de calcio.

#### 4.2.2 Membranas no reabsorbibles

- Membrana de politetrafluoroetileno no absorbible.

Son membranas fabricadas en teflón (PTFE politetrafluoruro de etileno). Dependiendo del tratamiento del material, se puede expandir o no. Las membranas regenerativas de PTFE se utilizan para la regeneración tisular guiada (TRG), se utilizan para evitar la migración celular del tejido epitelial y conjuntivo, lo que puede conducir a la inhibición del crecimiento óseo, proporcionando así suficiente espacio para la formación de estructuras de fibrina natural. Esta membrana tiene la desventaja de requerir una segunda operación para su remoción, la cual puede ser acelerada si ocurre exposición o infección. El período ideal de mantenimiento de la membrana es de 6 meses, pero puede modificarse según el caso clínico particular.<sup>7, 9, 43</sup>

El uso de una membrana de politetrafluoroetileno (PTFE) se probó en un estudio clínico controlado sobre furcaciones molares mandibulares y demostró una disminución estadísticamente significativa en la profundidad de la bolsa y un aumento en el nivel de inserción después de 6 meses,

pero las mediciones del nivel óseo no fueron concluyentes. Un estudio de las furcaciones de los molares maxilares no arrojó un aumento significativo en el nivel de inserción o hueso.<sup>50</sup>

- Membranas no reabsorbibles reforzada con titanio incrustado entre dos capas de politetrafluoroetileno.

La membrana regenerativa de PTFE reforzada con titanio está indicada para los procedimientos de regeneración ósea guiada (GBR), ya que ayuda en la formación de hueso nuevo al actuar como una barrera biológica para evitar la migración de epitelio, tejido conectivo y/o bacterias que pueden conducir a la formación de hueso. pérdida. crecimiento, promoviendo un espacio adecuado para la formación de la subestructura de fibrina natural, el precursor del tejido óseo.<sup>50</sup>

## **5. Colocación de implantes postextracción**

### **5.1 Consideraciones Anatómicas**

#### **Tipos de alveolo**

Los alvéolos dentales son divisiones del hueso alveolar en las que se insertan los dientes, separados entre sí por un tabique óseo interalveolar. El alvéolo presenta tres regiones, las placas cortical, esponjosa y alveolar. Al ser una placa cortical que se encuentra en el sentido lingual y vestibular, forma una estructura de soporte de hueso compacto altamente resistente que recubre el hueso esponjoso. Deformidad del reborde alveolar según Seibert (1983)<sup>51</sup>

- Clase I: Pérdida buco-lingual del reborde alveolar de dimensiones normales en sentido apico-coronario.
- Clase II: Pérdida del reborde alveolar apico-coronario de dimensiones normales en sentido vestíbulo-lingual.
- Clase III: pérdida combinada de la cresta alveolar tanto horizontal como verticalmente

Elian et al lo clasificaron considerando la presencia de hueso vestibular y partes blandas post-extracción; Esta clasificación es muy útil para evaluar si es necesario conservar el alvéolo o si es posible colocar el implante inmediatamente después de la extracción.<sup>51</sup>

Se divide en tres tipos:

- Tipo 1. El tejido blando y la pared ósea vestibular después de la extracción se encuentran al nivel de la línea cemento-esmalte (LAC). Estos son casos fáciles de tratar donde el resultado es predecible.
- Tipo 2. Hay una pérdida parcial de la tabla ósea vestibular posterior a la extracción. Puede confundirse con el tipo 1, sin embargo, los resultados son relativamente predecibles.
- Tipo 3. Hay pérdida de hueso de mesa y tejido blando vestibular después de la extracción del diente. Son casos difíciles de tratar donde el resultado no es 100% predecible. En estos casos se recomienda la preservación alveolar.<sup>51</sup>

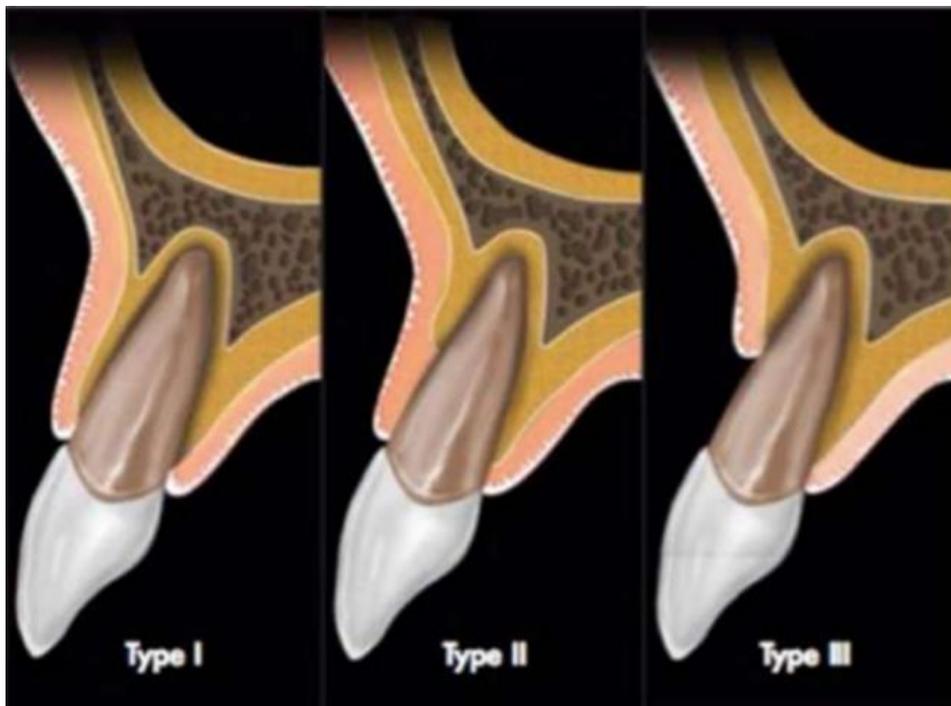


Imagen 25: Ilustración de los tres tipos de alveolos, de acuerdo al tejido blando vestibular y la tabla ósea vestibular de hueso presentes. (19)

## 5.2 Componentes del implante dental

### Implante Dental

El implante dental es un dispositivo metálico hecho de titanio de grado 4 con tendencias a grado 5, con la finalidad de proveer un anclaje o soporte a una prótesis (diente-corona). Este dispositivo se fusiona al hueso maxilar o mandibular a través de procesos celulares llamada osteointegración. Los implantes dentales aparecieron con el descubrimiento de Branemark y hasta la fecha han sufrido diversas modificaciones tanto en sus diseños como en el mejoramiento del metal para hacerlo más resistente y menos corrosivo.<sup>48</sup> En la actualidad el implante ideal debe considerar estas modificaciones que a continuación se me mencionan:

- 1.- Diseños cónicos
- 2.- Conexión cónica-interna
- 3.- Tratamiento de la superficie (SLA y grabado ácido)
- 4.- Plataforma Switching<sup>48</sup>

Los componentes de los implantes dentales se subdivide diferentes partes:

- Cuerpo del implante

El cuerpo del implante es la porción del implante que se introduce en el hueso, por lo general, con aspecto de tornillo, aunque también existen otros tipos. Este cuerpo se compone de tres partes, que son:<sup>47</sup>

- Plataforma del implante: es la porción superior.
- Cuerpo: es la porción intermedia.
- Ápice: es la punta o extremo final

- Tornillo de cierre

Después de la inserción del cuerpo del implante en el hueso, se coloca un tornillo obturador o de cierre dentro del implante al nivel de la cresta ósea para evitar el crecimiento de tejidos blandos dentro del implante.<sup>48</sup>

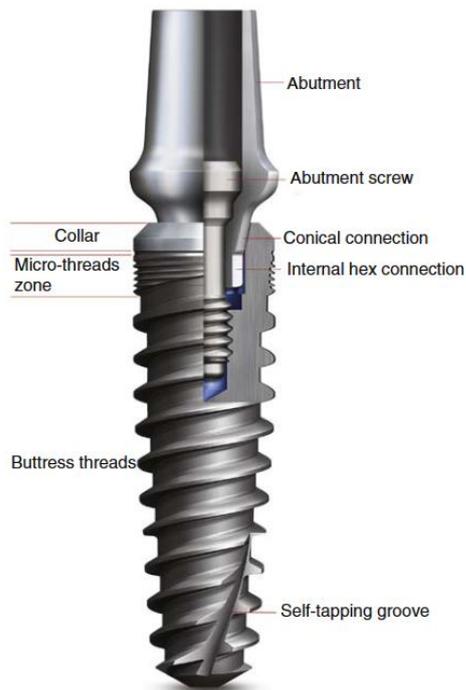
- Tornillo de cicatrización

Luego de realizada la osteointegración, comienza la segunda etapa quirúrgica, en la cual se retira el tornillo de cierre y se coloca un tornillo de cicatrización, cuya función es alargar el cuerpo del implante sobre los tejidos blandos, para asegurar la conformación de la mucosa gingival con el implante plataforma y así lograr el sellado gingival.<sup>48</sup>

- Pilar protésico

Esta es la parte del implante que soporta la prótesis. Existen dos tipos de pilares en función de cómo se fija la prótesis al implante.<sup>48</sup>

- Pilar para prótesis atornillada
- Pilar para prótesis cementada



• Fig. 2.9 Structure of an implant.

Imagen 26: Componentes de implante dental (9)

### 5.3 Consideraciones para la colocación de implantes postextracción

Los criterios para incluir a un paciente en el Protocolo de Implante Inmediato son causas muy frecuentes de pérdida de dientes. Entre ellas destacan las pérdidas dentales traumáticas, que pueden estar asociadas a una fractura coronaria, radicular o por avulsión, en cuyo caso suele acompañarse de pérdida de la placa ósea vestibular. Sin embargo, existen situaciones en las que este tipo de implantación está contraindicada por diversas razones.<sup>21</sup>

- Estabilidad primaria del implante inmediato

Para que el implante se integre, no debe haber exceso de movimiento entre el implante y el hueso durante la fase de cicatrización. La estabilidad inicial de un implante durante la colocación dependerá de varios factores, como la calidad y cantidad de hueso presente, el diseño del implante, el

anclaje del hueso en el sitio del implante y las cargas oclusales a las que estará sujeta la restauración de transición.<sup>21,27</sup>

Becker y otros realizaron un estudio para evaluar la estabilidad de los implantes durante la colocación en un alvéolo posterior a la extracción con una conexión de pilar utilizando RFA (análisis de resonancia de frecuencia) con un sensor electrónico. Cincuenta y dos pacientes fueron seleccionados para el estudio y recibieron un total de 73 implantes, y todos los implantes se colocaron con un torque igual o superior a 30 N/cm. La RFA media medida en el momento de la colocación del implante fue de 62 ISQ (Índice de estabilidad del implante) (43 a 82 ISQ) y la media un año después fue de 64 ISQ (40 a 98 ISQ).<sup>21, 22</sup>

- Macroscopía y microscopia de los implantes

Varios autores sugieren que la macroscopía y la microscopia de un implante pueden influir en los procesos de osteointegración y también ser determinantes en situaciones como la colocación inmediata de implantes y la carga inmediata. El diseño del implante influye en los micromovimientos fisiológicos entre el implante y el hueso, que son importantes para la estabilidad del implante. La estabilidad primaria que se logra con los implantes y la carga inmediata permite los micromovimientos en el hueso responsables de la formación de hueso en la interfaz hueso-implante.<sup>38</sup>

En 2007 Vandamme et al. demostraron que los micromovimientos de 30-90  $\mu\text{m}$  estimulaban la formación de hueso en comparación con las áreas sin carga. Sin embargo, los movimientos superiores a 150  $\mu\text{m}$  provocan la formación de tejido fibroso en la interfaz hueso-implante. Otros autores han afirmado que los implantes con más hilos son más estables. Además, su geometría también es importante, ya que determinarán la superficie de contacto, la distribución de tensiones y la estabilidad del implante.<sup>52</sup>

Neugebauer et al., realizaron un estudio con cuatro modelos de implantes diferentes para evaluar sus propiedades biomecánicas y concluyeron que la interacción entre el implante y el hueso podría modificarse cambiando

la superficie del implante. En 2004, se realizó un estudio sobre implantes de fijación inmediata para demostrar la eficacia de dos superficies, una arenada y grabada con ácido y la otra rociada con plasma de titanio. La velocidad de contacto hueso-implante y la densidad ósea fueron las mismas para las dos superficies. El uso de dos superficies en la técnica directa fue bastante predecible, y aunque no fue estadísticamente significativo, la superficie arenada y tratada con ácido funcionó mejor.<sup>52</sup>

Los implantes tratados con zirconio y plasma de titanio tratado químicamente tienen valores de torque más bajos para su extracción debido a que la superficie arenada y grabada al ácido tiene el mejor rendimiento general. El nivel de hueso que existe en contacto con los dientes adyacentes es crítico ya que será responsable de mantener la altura de la papila. Las variaciones anatómicas en los dientes hacen que algunos dientes sean los mejores candidatos para la colocación inmediata de implantes. Los incisivos centrales y los caninos tienden a tener raíces más divergentes, mientras que los incisivos laterales son más palatinos.<sup>52</sup>

- Hueso de baja densidad

En hueso con baja densidad, el implante puede colocarse sin mayor desarrollo de osteotomía. Cuando se produce una resistencia excesiva durante la inserción del implante, el implante deberá retirarse e insertarse después de un contacto parcial con la rosca.

- Hueso de densidad moderada

En hueso de densidad media, se puede utilizar un fresado manual y una osteotomía parcialmente roscada antes de la colocación del implante. Esta opción de preparación de osteotomía garantiza una estabilidad primaria adecuada del implante para la carga inmediata.

- Hueso de alta densidad

En hueso de alta densidad, el sitio del implante debe estar completamente formado. Esto puede incluir el uso de escariadores manuales y machos

de roscar para huesos necesarios para el sistema de implante que se está utilizando.

- Carga Oclusal

El potencial de sobrecarga del implante dependerá de la fuerza que el paciente sea capaz y capaz de aplicar. Por tanto, dependerá de si se trata de un diente en oclusión estable o de una mandíbula edéntula. Esto también se verá afectado por la dentición opuesta. La reducción de la carga oclusal se puede lograr mediante: para evitar la carga oclusal es importante dejar la corona de transición fuera de la oclusión y asegurarse de que no interfiera con los movimientos articulares. En los casos en que la estética no sea importante, el implante se puede dejar con el pilar adjunto y sin restauración. Esto se puede considerar como un tratamiento transmucoso.<sup>31</sup>

- Diseño de implantes

La forma del implante y su superficie influyen fuertemente en la estabilidad primaria y, por lo tanto, en la condición previa para la osteointegración.<sup>31,33</sup>

Macrodisño: un implante helicoidal grande con rosca profunda proporciona una mejor estabilidad que un implante en forma de cono ajustado debido a su mayor área de superficie y configuración de las cuerdas, que proporciona anclaje para la resistencia al movimiento que puede ser causado por fuerzas multidireccionales. Se han informado tasas de éxito más bajas son en implantes cilíndricos sin rosca cuando se usan para inserción inmediata y carga inmediata.<sup>33</sup>

La forma del tornillo permite que el hueso vital entre en contacto directo con toda la superficie del implante, incluidos el vértice y la base de cada rosca. Esto es diferente de un implante alado donde el hueso solo está en contacto con el borde del ala.<sup>31</sup>

- Conexión de pilar protésico

La conexión del cono Morse es ideal para prevenir la invasión bacteriana, ya que el implante se suele colocar debajo de la cresta del hueso para compensar la posible resorción de los márgenes del alveolo, como se mencionó anteriormente. Esto es particularmente adecuado para la colocación inmediata de implantes donde los implantes a menudo tienen que insertarse por debajo de la cresta del alveolo. Para la carga inmediata, se puede colocar un pilar durante la colocación del implante. Un pilar con la forma adecuada es esencial para garantizar una protrusión ideal del tejido blando. Con la conexión de cono Morse (Ankylos) mencionada anteriormente, se requiere un torque de 15 Ncm para encajar el pilar con el cono Morse.<sup>31, 33</sup>

#### 5.4 Auxiliares de diagnóstico en implantología

Las técnicas de imágenes radiográficas de diagnóstico ayudan a desarrollar e implementar un plan de tratamiento coherente e integral para la integración de implantes en el paciente. Los objetivos del diagnóstico por imágenes dependen de varios factores, incluida la cantidad y el tipo de información requerida, y el período de tratamiento considerado. La decisión sobre qué imagen utilizar depende de la integración de estos factores y se puede organizar en tres pasos.

- Fase 1: Diagnóstico mediante imágenes preoperatorias de los implantes, cuya finalidad es establecer un plan de tratamiento global definitivo. Incluye toda la información quirúrgica y ortopédica necesaria para determinar la cantidad, calidad y ángulo del hueso.
- Fase 2: Diagnóstico por imágenes implantológicas quirúrgicas e intraoperatorias. Los objetivos de esta fase son evaluar el sitio quirúrgico durante e inmediatamente después de la cirugía, evaluar las fases de cicatrización e integración de la cirugía de implantes y garantizar que los soportes y la prótesis estén colocados correctamente.
- Fase 3: Diagnóstico por imágenes post-implantología protésica; El objetivo de esta fase es evaluar el mantenimiento a largo plazo de

la función y la fijación rígida del implante, incluido el nivel de la cresta ósea circundante.

La decisión de obtener imágenes de un paciente se basa en la necesidad clínica. La modalidad de imagen a tomar es aquella que proporcione la información diagnóstica necesaria según las necesidades clínicas del paciente y en la que los riesgos radiológicos sean mínimos.

### **Radiografía periapical**

Las radiografías periapicales son invaluable para revelar patología periapical y determinar los niveles de hueso interdental. Además, nos pueden dar una idea de la altura de hueso disponible más allá del ápice, las dimensiones mesiodistales de las raíces y el espacio disponible entre raíces adyacentes. También muestran una orientación mesio-distal de la raíz.<sup>5</sup>

### **Panorámica**

- Genera imágenes de la sección de la mandíbula con diferentes grosores y aumentos
- Ayuda en la evaluación inicial de la altura vertical de los huesos
- No indica calidad ósea.
- Conduce a conclusiones erróneas sobre las cantidades debido a la ampliación y la ausencia de una tercera dimensión.
- No hay relación espacial entre las estructuras.<sup>5</sup>

### **TAC**

- Permite la diferenciación y cuantificación entre tejidos duros y blandos
- Las imágenes se presentan en secciones transversales y panorámicas. Cada corte se realiza con una separación de 1 mm y permite una planificación precisa del tratamiento prequirúrgico.
- Proporciona una gran cantidad de información de diagnóstico precisa, detallada y específica.

- Imagen de alto contraste
- Modelo óseo tridimensional
- Ofrece planificación de tratamiento interactivo, determina la densidad ósea
- Localización de estructuras vitales, determinación de patología.
- Asistencia en la planificación del aumento óseo<sup>5</sup>

### 5.5 Indicaciones

- Agenesia de los dientes permanentes.
- Fracaso de la terapia endodóntica.
- Fracturas que por su complejidad no se pueden recuperar.
- Cortes con enfermedad periodontal incurable
- Sustitución de piezas dentales con patología sin posibilidad de tratamiento
- Expulsión traumática
- Resorción apical de las raíces de los dientes primarios<sup>5, 49, 37</sup>

Los sitios más comunes para la colocación de implantes posteriores a la extracción son el área anterior (incisivos y caninos) y las áreas de premolares en el maxilar. Están indicados especialmente en la sustitución de dientes con:

- Patología sin tratamiento posible, como caries o huesos rotos.
- Implantes directos simultáneos para extracción incluyendo caninos y dientes primarios.
- La implantación inmediata se puede lograr mediante la extracción de dientes con lesiones apicales crónicas que no mejoran después del tratamiento endodóntico y la cirugía apical. Novaes et al. realizó un estudio en perros, colocando implantes directos en lugares con infección crónica periapical. Informaron buenos resultados y demostraron que, a pesar de los signos evidentes de patología periapical, la colocación de implantes no está contraindicada, si se

administra un tratamiento antibiótico pre y postoperatorio y se realiza una limpieza adecuada del piso alveolar antes de la implantación.<sup>5, 49, 37</sup>

## 5.6 Contraindicaciones

### Sistémico

- Cardiopatía con isquemia del miocardio reciente
- Enfermedades del sistema leucocitario.
- Coagulopatía severa
- Enfermedad trombótica grave
- Desarrollo de neoplasias
- Osteoporosis con aplicación de bifosfonatos intravenosos <sup>5,49</sup>

### Relativas

- Edad del paciente
- Diabetes
- Terapia radiactiva
- Tabaquismo
- Insuficiencia coronaria
- Terapia anticoagulante
- Motivación y incumplimiento del paciente
- Paciente inmunocomprometido
- Alcoholismo
- Osteoporosis <sup>5, 49</sup>

### Locales

- La presencia de infección aguda contraindica estrictamente la colocación de implantes post-extracción, siendo ideal posponer la cirugía hasta después controlar el proceso

- Durante los estudios preoperatorios se puede determinar que puede haber una deficiencia de fijación primaria.
- Al extraer un diente con enfermedad periodontal que tiene menos de 1/3 de la raíz soportada por hueso
- El proceso inflamatorio periapical agudo sin control previo es una contraindicación absoluta para la colocación inmediata de implantes.
- Si existe una discrepancia en el diámetro del alveolo del implante superior a 5 mm, que dejaría la mayor parte del implante sin contacto con el hueso, se puede considerar la regeneración ósea previa y la implantación diferida.<sup>5, 49</sup>

## 5.7 Protocolo quirúrgico

Una vez que se toma la decisión de colocar el implante inmediatamente después de su extracción y hacerlo funcional, es necesario planificar una secuencia de pasos clínicos y de laboratorio.

### **Etapa preoperatoria**

Es importante en esta etapa una historia clínica bien realizada y un estudio oral completo para considerar los factores locales y sistémicos del paciente, esto nos ayudará a determinar la tasa de éxito del implante y si el paciente es candidato para la colocación del implante postextracción, como se mencionó en capítulos anteriores. Se realizará una impresión preoperatoria, esta se toma para la construcción de una restauración temporal. Se tomarán impresiones del alginato superior e inferior además de registrar las relaciones mandibulares en la intercuspidad máxima. Se recomiendan grabaciones con arco facial, en su caso, para transferir información relativa a la posición de los cóndilos, así como guías de los cóndilos y dientes.<sup>32,47</sup>

### **Extracción**

Durante la extracción de un diente, el principal objetivo es mantener la integridad de las paredes óseas en la cavidad alveolar, utilizando instrumentos atraumáticos como los periostotomos delgados cuya hoja fina permite que el diente se separe de su alvéolo al cortar y separarlo del ligamento periodontal, de esta manera evitaremos utilizar fórceps que pueden ocasionar fracturas de las corticales óseas con movimientos fuera de control, sin embargo existen técnicas combinadas con los conceptos de mínimo trauma.<sup>47</sup>



Imagen 28: Periostotomos (20)

Siempre se debe tener cuidado de no dañar la cortical vestibular, que a menudo es la más frágil en la región anterior. Los dientes uniradiculares con patologías en su morfología radicular (dilaceración, hipercementosis, etc), tiene que ser removidos bajo procedimientos quirúrgicos estratégicos como la odontosección para no dañar la cortical vestibular. Los dientes multiradiculares también deben ser tratados mediante la odontosección dividiendo cada una de las raíces y extraerse por separado.<sup>28</sup>

No hay que olvidar que el tejido blando también es importante en la reparación y cicatrización postextracción, por lo que realizar el procedimiento sin colgajo y evitando quitar la envoltura del diente a extraer sería la mejor opción. En el caso de un diente infectado, se decidirá según el tipo de infección aguda o crónica abandonar el procedimiento de implante inmediatamente y se pospondrá la colocación del implante a una segunda etapa. En infecciones leves a criterio del profesional tras tratamiento con antibióticos, en el momento de la extracción se limpiarán en profundidad las paredes del hueso alveolar para eliminar los restos de tejido de granulación causados por la infección y se procederá a un protocolo de implantación inmediata.<sup>34,47</sup>

### **Colocación de Implantes**

- Selección del sitio

El sitio del implante debe seleccionarse buscando el punto donde se desea la posición final del implante, siempre considerando la dirección palatina lejos de la corteza vestibular para los dientes maxilares. El objetivo es eliminar la menor cantidad posible de tejido óseo en sentido vestibular sin dañar los dientes adyacentes. La dirección de la osteotomía debe determinarse utilizando los dientes adyacentes y la placa alveolar como guía direccional.<sup>36, 47</sup>

- Preparación de la osteotomía

Se utiliza una barra redonda pequeña o un marcador de posición en forma de lanceta al comienzo del procedimiento para determinar el centro del fresado. Los marcadores de posición se pueden utilizar para extender la osteotomía a una profundidad predeterminada en función de las mediciones radiográficas. Alternativamente, puede usar una barra piloto (Lindemann bur). Esto puede indicar la densidad ósea o confirmar resultados de tomografías computarizadas anteriores, previa medición y cálculo para buscar siempre un anclaje primario por arriba del ápice del diente extraído. En hueso maxilar de baja densidad, es preferible utilizar

un condensador óseo para realizar la osteotomía con el mínimo riesgo de perforación de la cortical vestibular o lingual.<sup>47, 28</sup>

Johansson y Strid desarrollaron una medición del par de corte durante la preparación de la osteotomía a baja rotación (OsseoCare; Nobel Biocare, Gotemburgo, Suecia), que puede medir la resistencia que ofrece el hueso al movimiento de la pieza de mano. La densidad ósea se expresa en función de la energía necesaria para cortar por unidad de masa ósea. Por lo tanto, menos de 30 Ncm para la colocación de implantes en hueso de baja densidad, 30-40 Ncm en hueso de densidad moderada y más de 40 Ncm en hueso denso. Se recomienda un torque de inserción de 35-45 Ncm para el asentamiento inmediato del implante<sup>52</sup>

- Inserción de implantes

Los implantes se insertan según la experiencia clínica y el juicio del operador, pero siguiendo los parámetros descritos en los capítulos anteriores garantizando que ni el implante, ni el hueso o el dispositivo de inserción se dañen por una fuerza excesiva; asegurándonos que el implante tenga un anclaje primario y sea lo suficientemente seguro en su estabilidad.<sup>47, 36</sup>

La profundidad de inserción del implante debe ser lo suficientemente profunda como para permitir la creación de un perfil de emergencia estéticamente aceptable, en la actualidad se consideran sumergidos 1 o 2 mm por debajo de la cresta alveolar. Además, la estabilidad primaria debe lograrse sumergiendo el implante en su porción apical un mínimo de 4 mm con respecto al alvéolo postextracción.<sup>30</sup>

## 5.8 Protocolo de carga

Numerosas revisiones de la literatura informan una buena supervivencia de los implantes inmediatos a largo plazo. Estos resultados dependen de la ubicación del implante (maxilar o mandibular), número de implantes, tipo de prótesis (fija o removible), sistema de implante, etc. La definición

de protocolo de carga ha cambiado a lo largo de los años y ahora se acepta como<sup>40</sup>:

**Carga Inmediata.** Los implantes se someten a rehabilitación protésica de forma provisional sin puntos de contacto posterior a la inserción del implante del mismo acto quirúrgico.

**Carga Temprana:** Toma alrededor de 1 semana a 2 meses después de la colocación del implante.

**Carga Tardía.** Se lleva a cabo de 2 meses después de la colocación del implante.<sup>40</sup>

### 5.9 Complicaciones del implante postextracción

Las complicaciones del implante posteriores a la extracción se pueden dividir en las siguientes secciones:

- Complicaciones biológicas

Las complicaciones biológicas incluyen mucositis periimplantaria y periimplantitis. El informe de consenso del 6th European Workshop on Periodontal Disease define la mucositis periimplantaria y la periimplantitis como infecciones. La mucositis periimplantaria describe una lesión inflamatoria presente en la mucosa, mientras que la periimplantitis también afecta al hueso de soporte. El diagnóstico de la enfermedad periimplantaria incluye<sup>35, 32, 33</sup>:

- Presencia o ausencia de sangrado al sondear los tejidos blandos periimplantarios
- Cambios a nivel de tejido y cresta ósea.

- Complicaciones en la técnica.

Las complicaciones técnicas incluyen fractura del implante, pérdida de retención, tornillos/pilares que se aflojan con el tiempo, pérdida de acceso a las restauraciones del orificio, fractura de pilares o tornillos y material de cobertura protésico fracturados.<sup>35, 32</sup>

- Complicaciones estéticas

Las complicaciones estéticas van mas enfocadas a lo que es la recesión gingival.<sup>28, 32</sup>

## REPORTE DE CASO CLÍNICO

Paciente de sexo femenino, de 50 años de edad, sin antecedentes médicos de importancia. El motivo de consulta fue: revisión por molestia de su premolar, señalando el aspecto vestibular del primer premolar superior izquierdo, la paciente refiere molestia al final incomoda, pero soportable al consumo de líquidos fríos y calientes.

En la valoración clínica se observó intraoralmente mucosas de buena coloración, bien hidratadas sin aumentos de volumen asociados con dientes completos superior e inferior, lengua móvil sin alteraciones ni limitaciones. Se aprecia en diente 24 una restauración desajustada con deterioro de tejido de esmalte. En imagen radiográfica se observó espacio entre corona y tejido dentinario por desajuste de su prótesis, se observan crestas interdentarias aplanadas así como ensanchamiento del ligamento periodontal, resto de estructuras aparentemente normal.



Imagen 29: Radiografía apical del estado inicial del paciente tomada el día 04/12/21, proporcionada gracias al Dr. Vladimir Flores Medina.

Se toma una radiografía y se decide realizar pruebas de sensibilidad pulpar; a lo que respondió de manera positiva al frío y al calor, posteriormente se realizaron pruebas de sensibilidad periodontal a lo que presentó una respuesta leve a las pruebas de percusión.

Se diagnosticó una pulpitis irreversible por la restauración desajustada filtración de líquidos con deterioro de tejido dentario crónico, se indica como plan de tratamiento retirar la restauración y probablemente realizar una endodoncia. La paciente decide no realizar el tratamiento debido a que tenía un viaje.

La paciente regresa después de 2 meses para una nueva revisión, se tiene un nuevo antecedente odontológico que fue una endodoncia del diente 24 realizada 1 mes antes en otro estado; se toma una nueva radiografía para la valoración de la endodoncia y se descubre radiográficamente una perforación en la pared mesial, limitando una posibilidad de restauración.



Imagen 30: Radiografía consecutiva del estado del paciente tomada el día 02/02/22, proporcionada por el Dr. Vladimir Flores Medina

La opción de tratamiento que se le presentó a la paciente fue un implante postextracción con provisionalización y aumento de tejido blando bucal.

Se le explicaron los riesgos y beneficios del tratamiento con su consentimiento informado.

- Procedimiento Quirúrgico

Se realizo bajo anestesia local (Mepivacaína 2% con epinefrina 1:100,000), previa asepsia y antisepsia, maniobras de extracción atraumática con periostotomos sin colgajo del del diente 24.



Imagen 31: Perforación a nivel radicular por el procedimiento de endodoncia. Imagen proporcionada por el Dr. Vladimir Flores Medina

Despues de la extracción se verifico la integridad de la tabla ósea vestibular. La posición del implante se definió de acuerdo a la anatomía del aspecto óseo palatino y las imágenes de las radiografías, lo cual permitió establecer con anterioridad que se colocará un aditamento después de la colocación del implante para provisionalizar el diente de forma inmediata.



Imagen 32: Zona postextracción, imagen proporcionada por el Dr. Vladimir Flores Medina

La preparación para el sitio del implante se realizó a 1.500rpm con el sistema de fresado de neodent.

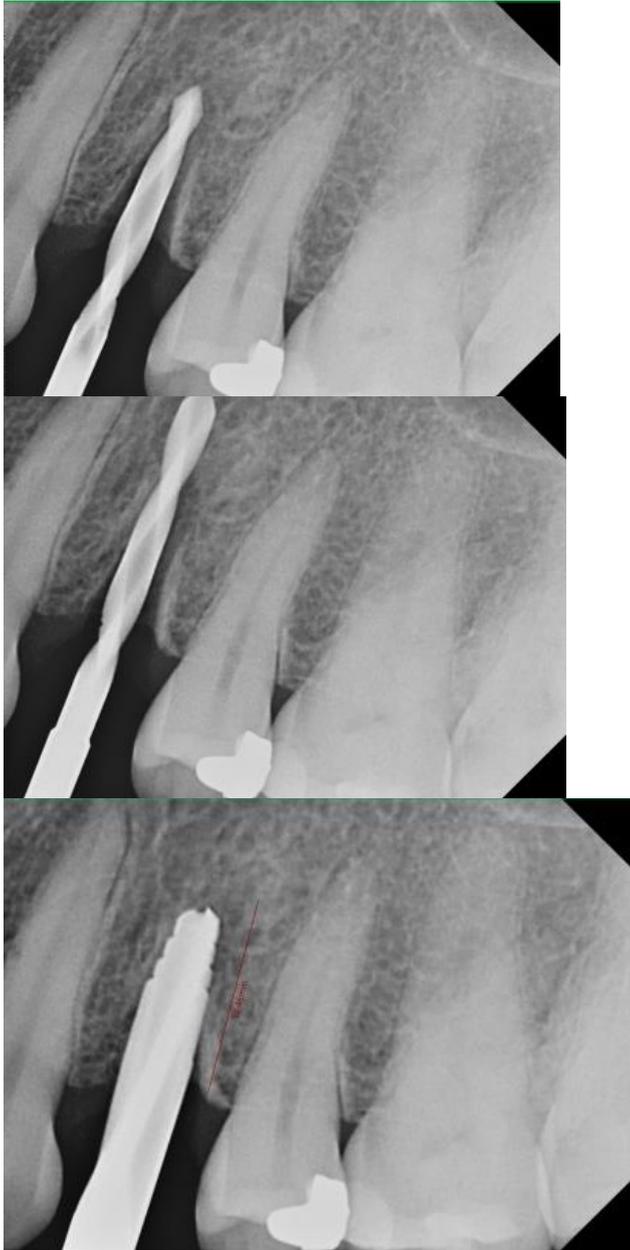


Imagen 33: Protocolo de fresado y de la conformación del nicho para la colocación del implante postextracción. Imágenes proporcionadas por el Dr. Vladimir Flores Medina

Se insertó un implante marca Neodent® by Straumann® Helix GM 4.3×11.5mm (plataforma 3mm). El torque de inserción fue de 35Ncm, logrando estabilidad primaria.



Imagen 34: Radiografía apical al momento de la colocación del implante en el alveolo postextracción. Imagen proporcionada por el Dr. Vladimir Flores Medina



Imagen 35: Implante insertado en alveolo postextracción. Imagen proporcionada por el Dr. Vladimir Flores Medina

Se coloca el aditamento de GM exact para realizar el diente provisional pero realizando modificaciones en el provisional para disminuir las cargas oclusales en el implante, se confecciona el provisional con acrílico, se realiza el pulido y se atornilla el provisional al implante. Se coloca teflón en el interior de la chimenea, y se pone una capa de resina en la chimenea, esto para tener cubierto el sitio donde se atornilla el aditamento

evitando alguna migración de las bacterias, se realiza el retiro puntos de contacto altos para aminorar las cargas oclusales.

No se utilizó ningún tipo de biomaterial de regeneración ósea para llenar el gap entre el implante y la pared ósea vestibular.



Imagen 36: Colocación del aditamento de GM exact para la adaptación de un provisional. Imagen proporcionada por Dr. Vladimir Flores Medina

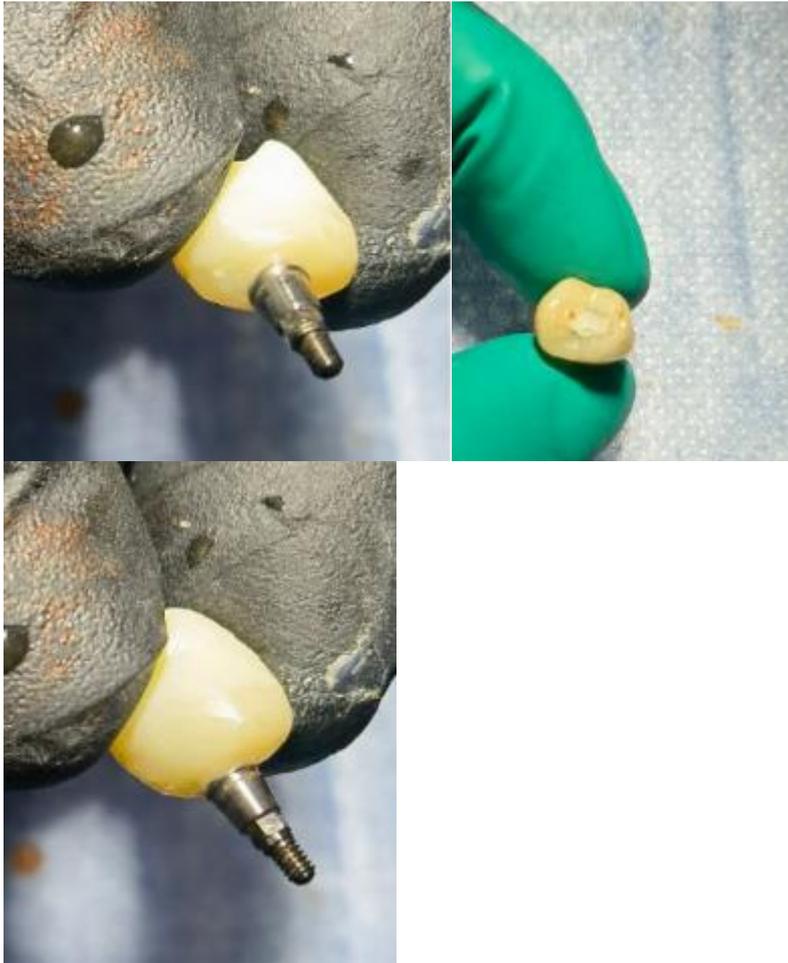


Imagen 37: Confección del provisional. Imagen proporcionada por el Dr. Vladimir Flores Medina.



Imagen 38: Radiografía apical para la verificación de la relación del aditamento y de la adaptación del provisional. Imagen proporcionada por el Dr. Vladimir Flores Medina

Después de 15 días del procedimiento quirúrgico se realiza una revisión de la cicatrización del paciente, se observa una buena cicatrización, una buena adaptación de la mucosa al provisional, no se observan recesiones gingivales.



Imagen 39: Radiografía apical en la colocación de la corona sobre implante definitiva, 4 meses después del procedimiento quirúrgico. Imagen proporcionada por el Dr. Vladimir Flores Medina.

## **DISCUSION**

Branemark describió la osteointegración como la conexión estructural y funcional directa entre el hueso vivo y la superficie de un implante portador de carga (Mavrogenis et al., 2009). La colocación de implantes inmediatamente después de la extracción del diente ha demostrado ser una modalidad de tratamiento exitosa en ensayos clínicos y modelos experimentales.

La disminución de los procedimientos quirúrgicos y duración del tratamiento restaurador presenta beneficios estéticos y funcionales (Jensen, 2015), (Ramalingam et al., 2015).

Al igual que otros estudios, creemos que con una evaluación exhaustiva de cada caso, la extracción de los dientes residuales y la colocación del implante en un solo procedimiento quirúrgico es una modalidad de tratamiento segura y predecible (Altintas et al., 2015)

La colocación de implantes inmediatos en sitios infectados ha sido un tema controversial. Un meta-análisis (Zhao et al., 2016), donde se comparó la colocación de implantes postextracción en alvéolos infectados y no infectados, sugiere que la colocación inmediata en sitios infectados incrementa el riesgo de falla del implante por lo que se recomienda valorar perfectamente cada caso de forma individual y considerar la gravedad de la infección dejando a criterio y conocimientos del operador su justificación.

## **CONCLUSIONES**

El presente trabajo establece una investigación bibliográfica y la presentación de un caso clínico concluyendo que los implantes postextracción pueden realizarse con tasas de éxito predecibles similares a los implantes insertados convencionalmente ofreciendo diversas alternativas y beneficios como disminución de tiempo al ser en una fase quirúrgica, menor costo al no usar prótesis provisionales por periodos largos, como preservación alveolar disminuyendo el colapso alveolar, mejores contornos gingivales y resultados estéticos.

De esta manera en nuestro caso clínico se pudo corroborar el éxito citado en las diferentes publicaciones con un seguimiento de 6 meses a la rehabilitación permanente del implante con los tejidos periimplantarios conservados y un buen resultado funcional y estético.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Cuervas-Mons M, Félix M. CAPÍTULO 1 - TEJIDO ÓSEO [Internet]. Secot.es. [citado el 12 de abril de 2023]. Disponible en: [https://unitia.secot.es/web/manual\\_residente/CAPITULO%201.pdf](https://unitia.secot.es/web/manual_residente/CAPITULO%201.pdf)
2. Hall JE. Guyton & Hall. Tratado de Fisiología Médica. 14a ed. Elsevier; 2021.
3. Pawlina W, Ross MH. Ross. Histología: Texto y atlas: Correlación con biología molecular y celular. 8a ed. la Ciudad Condal, España: Lippincott Williams & Wilkins; 2020.
4. Navarro Vila C, editor. Reconstructive Oral and Maxillofacial Surgery. Cham, Suiza: Springer International Publishing; 2016.
5. Lindhe J. Periodontología clínica e implantología odontológica - 4b: Edición. Editorial Médica Panamericana; 2005.
6. Resnik R, editor. Misch. Implantología Contemporánea. 4a ed. Elsevier; 2020.

7. Tortolini P, Rubio S. Diferentes alternativas de rellenos óseos. Av Periodoncia Implantol Oral [Internet]. 2012;24(3):133–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4321/s1699-65852012000300003>
  
8. Raspall G. Cirugia Oral E Implantologia - 2b: Edicion. Editorial Medica Panamericana; 2006.
  
9. Carranza Fermin A, Newman Michael G, Carranza FA. Periodontologia clinica. McGraw-Hill Interamericana; 2000.
  
10. Soto Gongora S TGMG. Injertos óseos: Una alternativa efectiva y actual para la reconstruccion del complejo craneo-facial. Revista Cubana Estomato. 2005;
  
11. Salmerón Escobar JI. Cirugía preprotésica: Análisis crítico. Rev Esp Cir Oral Maxilofac [Internet]. 2007 [citado el 12 de abril de 2023];29(4):228–39. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-05582007000400002](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-05582007000400002)
  
12. Martínez Álvarez O, Barone A, Covani U, Fernández Ruíz A, Jiménez Guerra A, Monsalve Guil L, et al. Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. Av Odontoestomatol [Internet]. 2018 [citado el 12 de abril de 2023];34(3):111–9. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852018000300002](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852018000300002)
  
13. Gordh M, Alberius P. Some basic factors essential to autogeneic nonvascularized onlay bone grafting to the craniofacial skeleton. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg [Internet]. 1999 [citado el 12 de abril de 2023];33(2):129–46. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10450569/>
  
14. Sebastian Fontana DMEG de C. Respuesta biológica de los rellenos óseos. [Cordoba ]: Universidad Nacional de Cordoba, Facultad de Odontologia ; 2009.
  
15. Wang H-L, Tsao Y-P. Evaluación histológica del aumento del alvéolo con aloinjerto humano mineralizado. Revista Internacional de Odontología Restauradora & Periodoncia [Internet]. 2008 [citado el 12 de abril de 2023];12(3):231–7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2885621>
  
16. Hallman M, Lundgren S, Sennerby L. Histologic analysis of clinical biopsies taken 6 months and 3 years after maxillary sinus floor augmentation with 80% bovine hydroxyapatite and 20% autogenous bone mixed with fibrin glue. Clin Implant Dent Relat Res [Internet]. 2001 [citado

el 12 de abril de 2023];3(2):87–96. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11472655/>

17. Wei L, Miron RJ, Shi B, Zhang Y. Osteoinductive and osteopromotive variability among different demineralized bone allografts: Demineralized bone allografts. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2015 [citado el 12 de abril de 2023];17(3):533–42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23879664/>

18. Felice P, Piana L, Checchi L, Corvino V, Nannmark U, Piattelli M. Vertical ridge augmentation of an atrophic posterior mandible with an inlay technique and cancellous equine bone block: a case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* [Internet]. 2013 [citado el 12 de abril de 2023];33(2):159–66. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23484171/>

19. Scarano A, Carinci F, Assenza B, Piattelli M, Murmura G, Piattelli A. Vertical ridge augmentation of atrophic posterior mandible using an inlay technique with a xenograft without miniscrews and miniplates: case series. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2011;22(10):1125–30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.02083.x>

20. Artzi Z, Weinreb M, Givol N, Rohrer MD, Nemcovsky CE, Prasad HS, et al. Biomaterial resorption rate and healing site morphology of inorganic bovine bone and beta-tricalcium phosphate in the canine: a 24-month longitudinal histologic study and morphometric analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2004 [citado el 12 de abril de 2023];19(3):357–68. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15214219/>

21. Ariello F, Erindetti A, Baldoni M. Implantes Post-Extracción: Protocolo y Consideraciones Clínicas. *Av Periodoncia Implantol Oral* [Internet]. 2000 [citado el 12 de abril de 2023];12(2):91–102. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699-65852000000200005](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-65852000000200005)

22. Salgado Agudelo JF, Latorre Correa F. Implante inmediato postextracción y restauración inmediata. Planeación quirúrgica y prostodóntica. *Rev clín periodoncia implantol rehabil oral* [Internet]. 2015 [citado el 12 de abril de 2023];8(3):249–55. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-clinica-periodoncia-implantologia-rehabilitacion-200-articulo-implante-inmediato-postextraccion-restauracion-inmediata--S0718539115000981>

23. Vargas Rico L, Serrano Méndez CA, Estrada Montoya JH. Preservación de alvéolos postexodoncia mediante el uso de diferentes materiales de injerto. Revisión de la literatura. *Univ Odontol* [Internet].

2012;31(66):145–81. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231224425015>

24. de Posgrados C. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ [Internet]. Edu.ec. [citado el 12 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7682/1/140233.pdf>

25. Peñarrocha M, Uribe R, Balaguer J, Diago MP. Implantes inmediatos a la exodoncia. Situación actual [Internet]. Isciii.es. [citado el 12 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://scielo.isciii.es/pdf/medicor/v9n3/09.pdf>

26. Implantes a. L, A. (ashman, Block y Kent 1990. Relleno del espacio periimplantario en implantes postextracción. Revisión de la literatura [Internet]. Dipoit.ub.edu. [citado el 12 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://dipoit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/113077/1/113077.pdf>

27. Desarrollo4App SL. Rehabilitación maxilar con implantes postextracción [Internet]. Rcoe.es. [citado el 12 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://rcoe.es/articulo/65/rehabilitacion-maxilar-con-implantes-post-extraccion->

28. Al-Sabbagh M, Kutkut A. Immediate implant placement: surgical techniques for prevention and management of complications. Dent Clin North Am [Internet]. 2015;59(1):73–95. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011853214001050>

29. Katleen BL, Monsalve GL, Jiménez GA, España LA, Ortiz GI, Velasco OE. The biology of osseointegration in postextraction implants [Internet]. Isciii.es. [citado el 12 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v34n3/0213-1285-odonto-34-3-131.pdf>

30. Vignoletti F, Sanz M. Immediate implants at fresh extraction sockets: from myth to reality. Periodontol 2000 [Internet]. 2014;66(1):132–52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/prd.12044>

31. Gapski R, Wang H-L, Mascarenhas P, Lang NP. Critical review of immediate implant loading: Immediate implant loading. Clin Oral Implants Res [Internet]. 2003;14(5):515–27. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0501.2003.00950.x>

32. Bholá M, Neely AL, Kolhatkar S. Immediate implant placement: clinical decisions, advantages, and disadvantages. J Prosthodont [Internet]. 2008;17(7):576–81. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-849X.2008.00359.x>

33. Paolantonio M, Dolci M, Scarano A, d'Archivio D, di Placido G, Tumini V, et al. Immediate implantation in fresh extraction sockets. A

controlled clinical and histological study in man. *J Periodontol* [Internet]. 2001;72(11):1560–71. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1902/jop.2001.72.11.1560>

34. Schwartz-Arad D, Chaushu G. The ways and wherefores of immediate placement of implants into fresh extraction sites: a literature review. *J Periodontol* [Internet]. 1997;68(10):915–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1902/jop.1997.68.10.915>

35. Blanco J, Carral C, Argibay O, Liñares A. Implant placement in fresh extraction sockets. *Periodontol 2000* [Internet]. 2019;79(1):151–67. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/prd.12253>

36. Bramanti E, Norcia A, Cicciù M, Matacena G, Cervino G, Troiano G, et al. Postextraction dental implant in the aesthetic zone, socket shield technique versus conventional protocol. *J Craniofac Surg* [Internet]. 2018;29(4):1037–41. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/SCS.0000000000004419>

37. Stevens MR, Ghasemi S, Tabrizi R, editores. *Innovative Perspectives in Oral and Maxillofacial Surgery*. 1a ed. Cham, Suiza: Springer Nature; 2022.

38. Bäumer D, Zuhr O, Rebele S, Hürzeler M. Socket Shield Technique for immediate implant placement - clinical, radiographic and volumetric data after 5 years. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2017;28(11):1450–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/clr.13012>

39. FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TÉCNICAS PARA LA PRESERVACIÓN DE TEJIDO DURO Y BLANDO POST EXTRACCIÓN PREVIO A LA COLOCACIÓN DE IMPLANTES [Internet]. 9.195. [citado el 12 de abril de 2023]. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2013/abril/0692154/0692154.pdf>

40. Jorge G, Morales M, Pedreira M, Russo P. Taller 2 - Protocolos de carga. *Odontoestomatología* [Internet]. 2017 [citado el 12 de abril de 2023];19(sp issue):13–27. Disponible en: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-93392017000200013](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392017000200013)

41. Espinosa G, Reverter JC. Coagulación y fibrinólisis plasmática. Estados de hipercoagulabilidad. *Med Integr* [Internet]. 2001 [citado el 12 de abril de 2023];38(4):156–66. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-coagulacion-fibrinolisis-plasmatica-estados-hipercoagulabilidad-13018800>

42. Katleen Bragança L, Monsalve Guil L, Jiménez Guerra A, España López A, Ortiz García I, Velasco Ortega E. La biología de la

oseointegración en los implantes postextracción. Av Odontostomatol [Internet]. 2018 [citado el 12 de abril de 2023];34(3):131–9. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852018000300004](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852018000300004)

43. Vargas J. Membranas de uso en regeneración ósea guiada. Odontología Vital [Internet]. 2016 [citado el 12 de abril de 2023];(24):35–42. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-07752016000100035&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-07752016000100035&script=sci_arttext)

44. Dalley AF II, Agur A. Moore. Anatomía Con Orientación Clínica. 9a ed. Baltimore, MD, Estados Unidos de América: Wolters Kluwer Health; 2022.

45. Pesciallo C, Mana Pastrían D, Garabano G, Viale G, Del Sel H. Utilización del aloinjerto en pseudoartrosis diafisarias del fémur y la tibia. Rev Asoc Argent Ortop Traumatol [Internet]. 2010 [citado el 12 de abril de 2023];75(3):275–81. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-74342010000300010](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-74342010000300010)

46. Mavrogenis AF, Dimitriou R, Parvizi J, Babis GC. Biology of implant osseointegration. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2009;9(2):61–71.

47. Sethi A, Kaus T. Practical implant dentistry: Diagnostic, surgical, restorative and technical aspects of aesthetic and functional Harmony. New Malden, Inglaterra: Quintessence Publishing; 2005.

48. Chavez GL. Implant Dentistry, regenerative oral surgery. basic principles of implantology. Odontologia Books; 2021.

49. Rosa JC. Immediate dentoalveolar restoration: Immediately loaded implants in compromised sockets. Quintessence Editora Ltda; 2014.

50. Kim Y-K, Ku J-K. Guided bone regeneration. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2020;46(5):361–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5125/jkaoms.2020.46.5.361>

51. Elian N, Cho S-C, Froum S, Smith RB, Tarnow DP. A simplified socket classification and repair technique. Pract Proced Aesthet Dent. 2007;19(2):99–104; quiz 106.

52. Concejo Cútolí C, Montesdeoca García N. Carga inmediata en implantes dentales. Rev Esp Cir Oral Maxilofac [Internet]. 2005 [citado el 13 de abril de 2023];27(5):255–69. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-05582005000500001](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-05582005000500001)

## FUENTES REFERENCIALES DE IMÁGENES

1. Del Castillo M. osteoblastos [Internet]. Avancia. 2018 [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.avancia.com.mx/cuanto-tardan-los-huesos-soldarse/osteoblastos/>
2. 366 imágenes de Osteocyte - Imágenes, fotos y vectores de stock [Internet]. Shutterstock. [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.shutterstock.com/es/search/osteocyte>
3. Sección transversal de osteoclastos, ilustración. Los osteoclastos son grandes células óseas multinucleadas con un borde con volantes y un alto número de vesículas y vacuolas. Son esenciales para el mantenimiento y reparación de los huesos — reabsorber, estructural - Stock Photo [Internet]. Focused Collection. [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en: <https://focusedcollection.com/sp/483196076/stock-photo-osteoclast-cross-section-illustration-osteoclasts.html>
4. Osteoblast Ilustraciones Stock, Vectores, Y Clipart – (172 Ilustraciones Stock). Time [Internet]. [citado el 13 de abril de 2023]; Disponible en: <https://es.dreamstime.com/illustration/osteoblast.html>
5. Luque Bernal RM, Bravo Sanchez AL, Cediell Becerra JF, González LF, Virginia Rincón M, Vergel J, et al. Introducción a la anatomía. Universidad del Rosario; 2021.
6. No title [Internet]. Google.com. [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/diagradiologico/densitometria-osea?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>
7. Moya-Villaescusa MJ, Sánchez-Pérez AJ. Valor pronóstico de la densidad ósea y de la movilidad en el éxito implantológico. Rev Esp Cir Oral Maxilofac [Internet]. 2017 [citado el 13 de abril de 2023];39(3):125–31. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-05582017000300125](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-05582017000300125)
8. Facebook [Internet]. Facebook.com. [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.facebook.com/128986982066429/photos/a.129016962063431/243938670571259/?type=3>
9. Misch CE. Implantología contemporánea. Elsevier Health Sciences;

2009.

1 FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TÉCNICAS PARA LA  
0. PRESERVACIÓN DE TEJIDO DURO Y BLANDO POST EXTRACCIÓN  
PREVIO A LA COLOCACIÓN DE IMPLANTES [Internet]. 9.195. [citado  
el 13 de abril de 2023]. Disponible en:  
<http://132.248.9.195/ptd2013/abril/0692154/0692154.pdf>

1 Dental @salugraft. Técnica de preservación de alveolo [Internet].  
1. Salugraftdental.com. [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://salugraftdental.com/wp-content/uploads/2021/04/Protocolo-Tecnica-Cytoplast-2021.pdf>

1 Periodontium. Osteointegración de los implantes dentales ¿en qué  
2. consiste? [Internet]. Periodontium. 2021 [citado el 13 de abril de 2023].  
Disponible en: <https://periodontium.es/osteointegracion-de-los-implantes-dentales/>

1 Newman MG, Takei H, Klokkevold PR, Carranza FA. Carranza's  
3. Clinical Periodontology. Saunders; 2015.

1 Laser-Lok microchannels - BioHorizons [Internet]. Biohorizons.com.  
4. [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://biohorizons.com/laserlok.aspx>

1 Silva-Miranda VH, Astudillo-Campos PP, Vélez-Sánchez MV, Sánchez-  
5. Valdiviezo MN. Tipos de superficie en los implantes dentales. P del C  
[Internet]. 2017 [citado el 13 de abril de 2023];2(6):265. Disponible en:  
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/136>

1 Osteophoenix. ¿Qué son los injertos? [Internet]. Osteophoenix.com.  
6. [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://osteophoenix.com/blog/que-son-injertos>

1 de la Cruz J. INJERTO EN BLOQUE DE HUESO [Internet]. Clínica  
7. Dental BordonClinic. 2014 [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://www.bordonclinic.com/injerto-en-bloque-de-hueso/>

1 Aegon. El injerto de hueso dental: Cuándo se necesita y cómo se hace  
8. [Internet]. Blog Aegon Seguros. Aegon; 2022 [citado el 13 de abril de  
2023]. Disponible en: <https://blog.aegon.es/salud-familiar/injerto-hueso-denta/>

1 Elian N, Cho S-C, Froum S, Smith RB, Tarnow DP. A simplified socket  
9. classification and repair technique. Pract Proced Aesthet Dent.  
2007;19(2):99–104; quiz 106.

0. Botadores Elevadores Atraumaticos Dentales 7 Piezas Titanio  
[Internet]. 15nas.com. [citado el 13 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://quincenas.com/products/botadores-elevadores-atraumaticos-dentales-7-piezas-titanio>